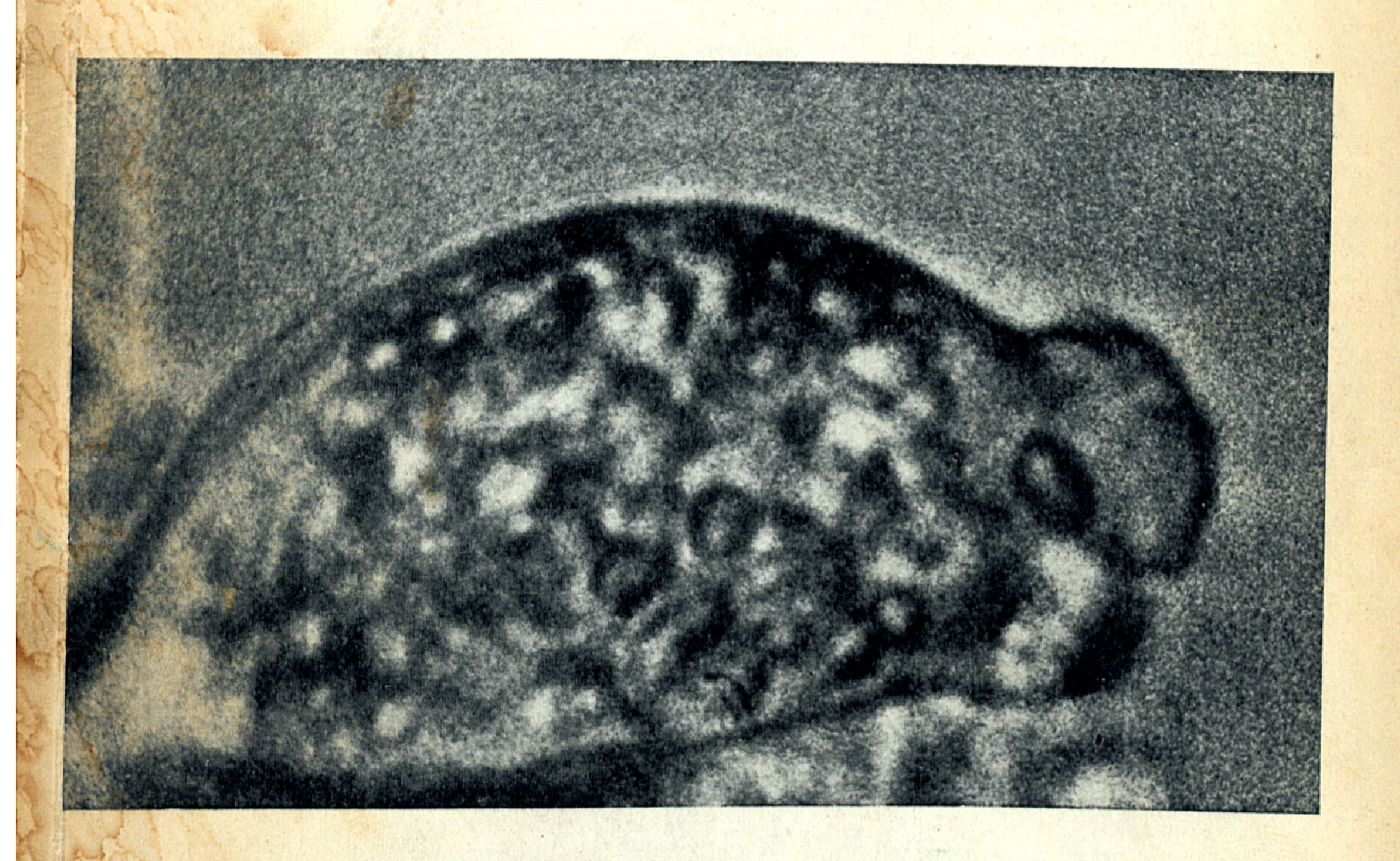
INSTITUT FÜR
SEXUALÖKONOMISCHE LEBENSFORSCHUNG
KLINISCHE UND EXPERIMENTELLE BERICHTE
HERAUSGEGEBEN VON WILHELM REICH

Nr. 6



DIE BIONE

SEXPOL-VERLAG · OSLO · KOPENHAGEN · ZÜRICH
1938

DIE BIONE

ZUR ENTSTEHUNG DES VEGETATIVEN LEBENS

INSTITUT FÜR
SEXUALÖKONOMISCHE LEBENSFORSCHUNG
KLINISCHE UND EXPERIMENTELLE BERICHTE
HERAUSGEGEBEN VON WILHELM REICH

Nr. 6

DIE BIONE

ZUR ENTSTEHUNG DES VEGETATIVEN LEBENS

WILHELM REICH, Experimentelle Bion-Herstellung
(Erster, zu ergänzender Bericht)
Die dialektisch-materialistische Interpretation

ROGER DU TEIL, Leben und Materie
Drei Versuchsreihen

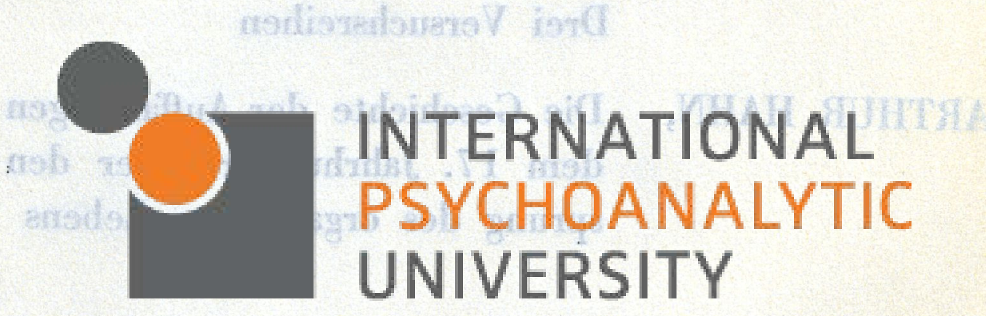
ARTHUR HAHN, Die Geschichte der Auffassungen seit dem 17. Jahrhundert über den Ursprung des organischen Lebens

1938
SEXPOL-VERLAG, OSLO, POSTBOX 2806
KOPENHAGEN — ZÜRICH

Druck: Aasland & Garbels Boktrykkeri, Oslo.

Printed in Norway

Klischees für die Bildtafeln von der Firma Kr.a Kemigrafiske Anstalt A.S., Oslo.



INHALTSVERZEICHNIS

DIE BIONE

ZUR ENTSTEHUNG DES VEGETATIVEN LEBENS

von Wilhelm Reich

VORWORT

Ich übergebe die vorliegenden experimentellen Ergebnisse über die Entstehung des vegetativen Lebens der Öffentlichkeit nicht ohne grosse Sorge. Sie betrifft in keiner Weise die Korrektheit und Genauigkeit der Tatsachenangaben, mag sich auch hier oder dort ein unbedeutender Fehler oder eine schiefe Formulierung finden. In diesem umfassenden, jedoch nicht abschliessenden Bericht findet sich keine Tatsachenmeldung, die nicht durch hundertfache Bestätigung gesichert wäre. Nicht gesicherte Beobachtungen habe ich weggelassen. Ich war bemüht, die Methodik so genau wie möglich zu beschreiben, so dass Nachprüfung möglich ist. Die Grundtatsachen wie etwa der blasige Zerfall der Materie bei Quellung oder die Kultivierbarkeit der Bione sind bei einigermassen korrekter Befolgung der Angaben gar nicht zu übersehen. Ich bin mir dessen bewusst, dass man über meine Interpretation anderer Meinung aufgrund derselben Tatsachen sein kann. Deshalb schied ich den Tatsachenbericht im ersten sorgfältig von der Interpretation im zweiten Teil.

Meine Sorge betrifft die Möglichkeit, dass man mir Unbescheidenheit in den gezogenen Konsequenzen vorwerfen könnte. Ich habe mich nicht über den Rahmen hinausbewegt, den mir eine nunmehr achtzehnjährige klinische Arbeit am vegetativ kranken Organismus und eine zehnjährige intensive Studienarbeit an der einschlägigen biologischen und physiologischen Literatur vorschrieb. Die Abschnitte über die Kolloide und die dialektisch-materialistische Methode der Forschung lagen viele Jahre fertig, doch unpubliziert in meiner Schreibtischlade. Sie waren Versuche, meine Erfahrungen als Psychotherapeut am Kranken mit meinen allgemeinen biologischen Studien in Einklang zu bringen. Als ich im Jahre 1926 das Buch von Fr. Kraus über die Pathologie der Person («Syzygiologie») für eine wissenschaftliche Zeitschrift zu referieren hatte, stellte sich mir der Zusammenhang mit den psycho-

analytischen Erkenntnissen auf der Basis meiner Orgasmustheorie unmittelbar her.

Ich ahnte nicht, dass ich zehn Jahre später naturphilosophische Annahmen und die dialektisch-materialistische Methode derart würde verifizieren können. Dass die Orgasmustheorie in der Richtung des Lebensproblems lag, wusste ich freilich. Es liegt keine zufällige Entdeckung vor, sondern eine Entwicklung jahrelanger Arbeit am Problem der vegetativen Funktion. Die Grundlagen einer erst auszuarbeitenden Theorie der Biogenese enthüllten sich Schritt um Schritt. Ich möchte nicht verhehlen, dass mir die Tatsachen, die ich fand, zunächst unglaubhaft schienen. Doch Tatsache reihte sich an Tatsache. Jede einzelne bestätigte das Bild, das sich mir vorher am Kranken von der Lebensfunktion und ihren Störungen entworfen hatte. Als ich die experimentellen Ergebnisse über «die elektrische Funktion von Sexualität und Angst» 1937 publizierte, lagen bereits die Kulturergebnisse der Bionforschung vor. Und jetzt, da ich dem Entschluss zu ihrer Publikation freien Lauf lasse, verfüge ich bereits über weitere Ergebnisse auf benachbartem Gebiet, die jene bestätigen und ihre Fortsetzung bilden.

Die Technik, die ich bei den Experimenten anwandte, unterscheidet sich nicht von der üblichen bakteriologischen Sterilisationspraxis. Dagegen weichen die Anordnung der Versuche sowie die Methode der Überlegung und Schlussfolgerung beträchtlich von den üblichen ab. Die Versuchsanordnungen erfolgten stets von der sexuellen Grundformel aus, die sich mir in der Sexualforschung ergab. Die Denkmethode folgt den Gesetzen, die den dialektischen Materialismus kennzeichnen. Die nach Hegel von Marx materialistisch ausgebaute, von Engels zuerst in der Naturwissenschaft angewandte Methode erfuhr jetzt eine neue Anwendung in der Psychologie und im Sexualitätsprozess. Dadurch schärften sich viele ihrer Grundsätze, neue Erkenntnismethoden ergaben sich. So die Formulierung über das «dialektisch-materialistische Entwicklungsgesetz». Von Freud übernahm ich die hypothetische Gleichsetzung von Lebenstrieben und Sexualtrieben. Nachdem es mir gelungen war, seine Todestrieblehre zu widerlegen und die Orgasmustheorie zu entwickeln, eröffnete sich der Weg in die experimentelle Biologie. Der experimentelle Nachweis der Identität von Sexualenergie- und Lebensenergieprozess ist somit gleichzeitig eine Bestätigung der Freudschen Hypothese.

Professor Roger du Teil möchte ich hier ganz besonders für seine unvergleichliche Freundschaft, die er in der Sache bewies, danken. Wie immer seine Bemühungen, die Welt der Biologie und Bakteriologie auf diese Arbeiten hinzulenken, ausfallen mögen: Seine tätige experimentelle Mitarbeit ist ein organischer Bestandteil des Ganzen geworden. Das geht aus dieser Schrift klar hervor.

Es ist mir auch bewusst, dass die experimentelle Lösung der Frage der Urzeugung überall vorhandenen Bedürfnissen der wissenschaftlichen Welt entgegenkommt. Desgleichen, dass sie mit scharfen Gegnern rechnen muss. Doch Beweis, Gegenbeweis und Wiederbeweis gehören zum lebendigen Sein der wissenschaftlichen Arbeit. Mehr: Jeder Einwand führt weiter, wenn das Grundproblem richtig gefasst ist.

Eine historische Darstellung der Problementwicklung gab ich in meiner Arbeit «Der dialektische Materialismus in der Lebensforschung» (Zeitschr. f. pol. Psych. u. Sexök., H. 3, Bd. IV, 1937). Dort findet sich auch eine Übersicht der Verbindungen zu soziologischen Fragen. Detaillierung mancher Untersuchungen und Ausführung angeschlossener Fragen behielt ich späteren Veröffentlichungen vor.

Herrn Professor Harald Schjelderup gebührt das grosse Verdienst, die einleitenden physiologischen Elektrizitätsversuche an seinem psychologischen Universitätsinstitut ermöglicht und tätig gefördert zu haben. Ohne seinen Einsatz, auch allgemeiner Art, hätten sich mehr Schwierigkeiten aufgetürmt.

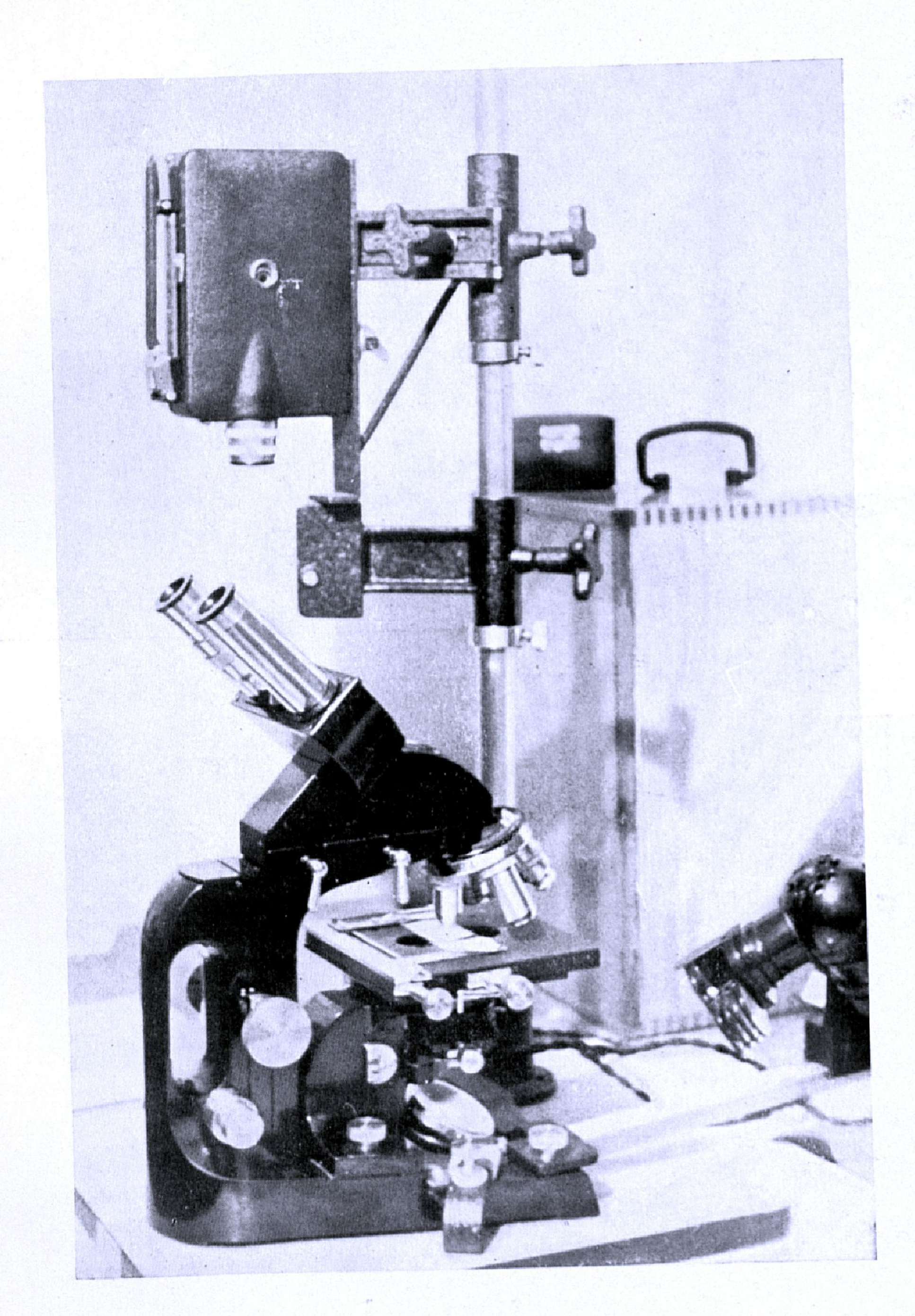
Die Einrichtung des Gesamtlaboratoriums hatte mit ausserordentlichen materiellen Schwierigkeiten zu ringen. Die Experimente wären an einer offiziellen, andersartig beschäftigten Stelle nicht durchzuführen gewesen. Allein hätte ich es nie schaffen können. Die Rockefeller Foundation in Paris hatte Unterstützung abgelehnt. Darum möchte ich allen Freunden der Sache, die die schwere Geburt des Unternehmens durchsetzten, hier noch besonders öffentlich danken. Vor allem meinem Freunde Sigurd Hoel, der oft durch seine Ratschläge verhinderte, dass ich den Glauben an die Durchführung aufgab; unserem Freund Dr. Odd Havrevold, der das ausführende Laboratorium einrichtete, praktisch überall half und Geldspenden durchsetzte; meinen Assistenten in der bakteriologischen, mikrofilmatischen und physikalisch-chemischen Arbeit, die mir halfen, die Arbeit durch viele Schwierigkeiten kraft eigener Initiative hindurchzuführen. Ohne die aktive materielle Unterstützung des Instituts durch meine Kollegen im charakteranalytischen Fach wäre viel missglückt; sie halfen den gesamten Apparat aufbauen und durchhalten: Dr. Lotte Liebeck; Dr. Nic. Hoel; Dr. Ola Raknes; Dr. Tage Philipson; Dr. Leunbach, Ellen Siersted.

Die Bemühungen Kapital nicht besitzender Facharbeiter hätten nicht ausgereicht. Entscheidend halfen grosse Geldspenden von Herrn Lars Christensen (Oslo), Herrn Rolf Stenersen (Oslo) sowie Constance Tracey (London).

Das biologische Laboratorium erforderte an Apparaturen allein einen Betrag von ca. 60.000 Norw. Kronen. Der Betrieb kostet derzeit ca. 2000 Norw. Kronen monatlich.

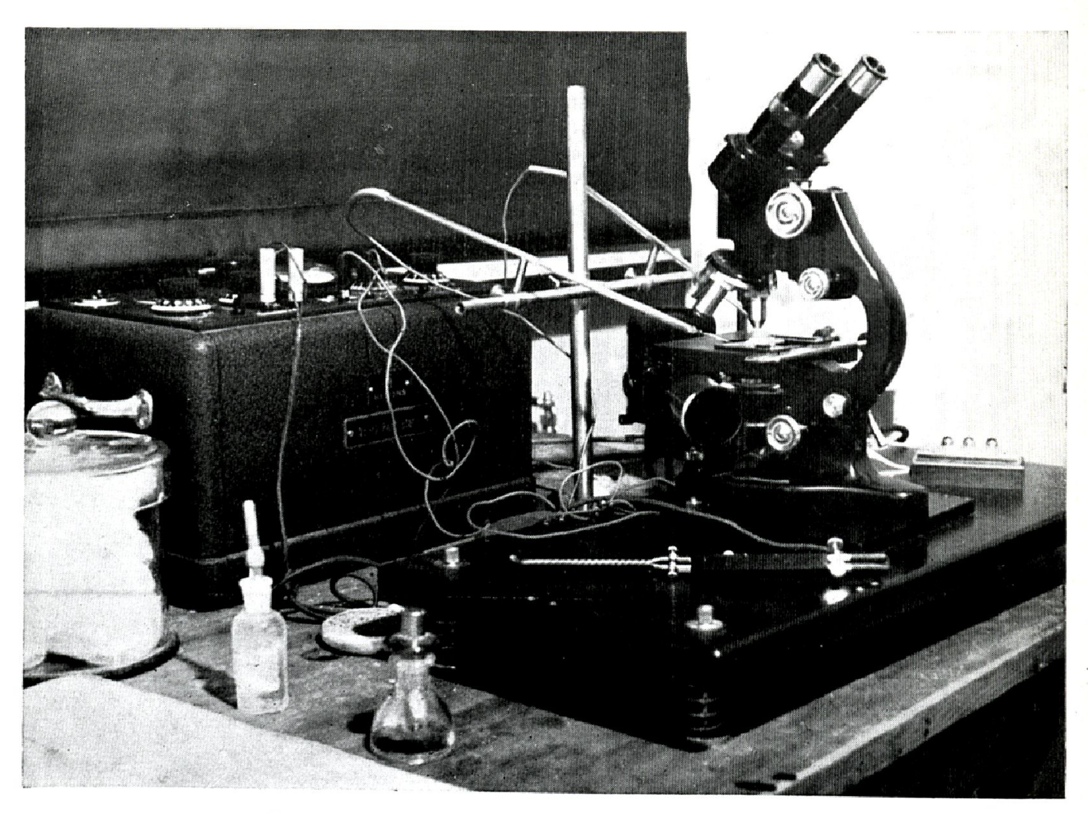
Eine ausserordentliche Stütze fand die Gesamtarbeit in den ad-

Tafel I

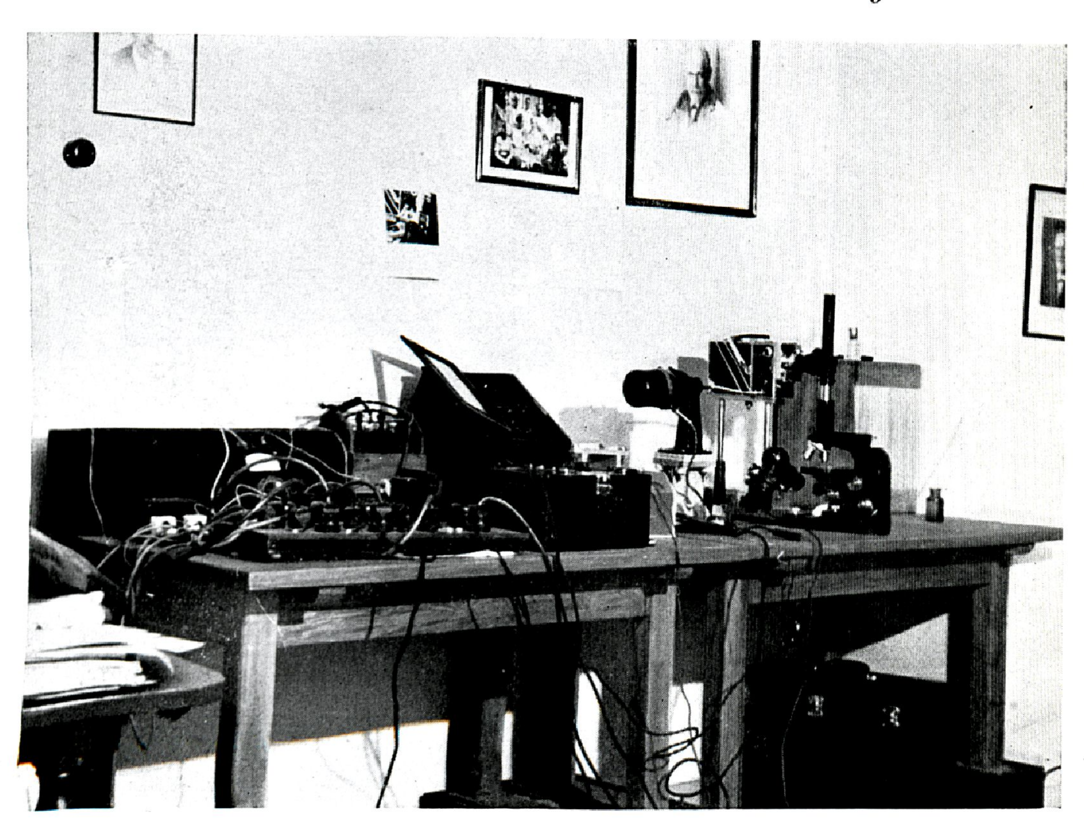


1. Das grosse Reichert-Mikroskop, bis zu 4500-facher Vergr.

Tafel II



2. Anlage für elektrische Mikro-Untersuchungen



3. Anlage für Filmung (grosse und kleine Zeitraffung)

ministrativen Leistungen des Büros, vor allem meiner Sekretärin Gertrud Brandt, die unermüdlich für die ordnungsgemässe Abwicklung meiner umfangreichen Tätigkeit sorgt. Die buchtechnische Ausführung besorgte unser Verlagsleiter Harry Pröll, wie man sich überzeugen kann, mit grosser Sorgfalt.

Das Institut wurde von Norwegern gegründet. Die ausserordentliche norwegische Gastfreundschaft bildet den fruchtbaren Hintergrund und den Boden der Arbeit, deren Führung ich in voller Verantwortung habe. Norwegen, ein Land, das sich im wesentlichen die geistige Misére der Welt noch vom Leibe zu halten verstand.

DIE WICHTIGSTEN APPPARATUREN DES LABORATORIUMS

Tafeln I—VI

Die komplizierten Versuche zur Bestimmung der mikrobiologischen und elektrischen Eigenschaften der Stoffe sowohl wie der Bione verschiedener Art erforderten eine Apparatur, die den speziellen Zwecken angepasst, teilweise auch besonders angeschafft werden musste.

Das Mikroskop:

Unser Institut verfügt derzeit über

3 grosse Reichert «Z»-Mikroskope
1 Leitz-Forschungsmikroskop

Bei den Reichert-Mikroskopen ist eine Vergrösserung bis zu 3750-fach infolge des geneigten Binokulartubus, der um 50 % die normale Vergrösserung verstärkt, leicht möglich. Bei Verwendung eines speziellen Leitz-Objektives 150 F Aprochromat zusammen mit einem 25x Kompensationsokular und Benützung des geneigten Binokulartubus lässt sich eine Vergrösserung bis zu 4500x, allerdings mit grosser Mühe, herstellen. Die Untersuchungen werden durchschnittlich ausgeführt mit Dunkelfelduntersuchung bei etwa 300-facher Vergrösserung zur Kontrolle der Bewegung; bei 1200-facher Vergrösserung zur durchschnittlichen Beurteilung der groben Struktur und der Bewegungsart; schliesslich bei etwa 3000-facher Vergrösserung zur Feststellung der Feinstruktur der Organismen und von Vibrationen im Innern des Leibes, die nur bei dieser Vergrösserung sichtbar werden. Zur sicheren Beurteilung von Bewegungen im Innern der Organismen wird auch ein Dunkelfeld-Kondensor verwendet, der von Reichert, Wien, angefertigt, Untersuchungen im Dunkelfeld bei etwa 3000-facher Vergrösserung ermöglicht.

Diese Manipulation ist sehr kompliziert und erfordert lange Vorbereitungen. Sehr viele kennzeichnende Vorgänge ermöglichten sich erst durch die Benützung des Reichert «Z»-Mikroskops; Erscheinungen, die man mit geradem Eintubus oder aber auch mit nichtgeneigtem Doppeltubus auf keinen Fall wahrzunehmen vermag. Eine Kontrolle der Befunde ist also ohne die Benützung der gleichen Optik schwer möglich.

Mikrofilm-Apparatur:

Jeder neue gesichtete Vorgang wurde, wenn er sich als typisch erwies, sofort gefilmt. Zur Filmung wurden zweierlei Filmapparate verwendet. Eine C K Pan Film Kamera, Kodak (F I, 9), die eine Einstellung von 8 Bildern pro Sekunde, also zweifache Raffung der Bewegung ermöglicht. Gefilmt wurde durchschnittlich zwischen 300-facher und 1500-facher Vergrösserung im Eintubus durch direkte Fixierung des Filmobjektivs oberhalb des Mikroskop-Okulars. Mit einer besonderen Vorrichtung gelang auch die Filmung von Gebilden, die nicht allzustark bewegt waren, bei 2300-facher Vergrösserung im geneigten Binokulartubus, indem die Kamera schräg an das eine Okular eingesetzt wurde.

Für die Zeit-Raffung von Entwicklungsvorgängen diente die grosse

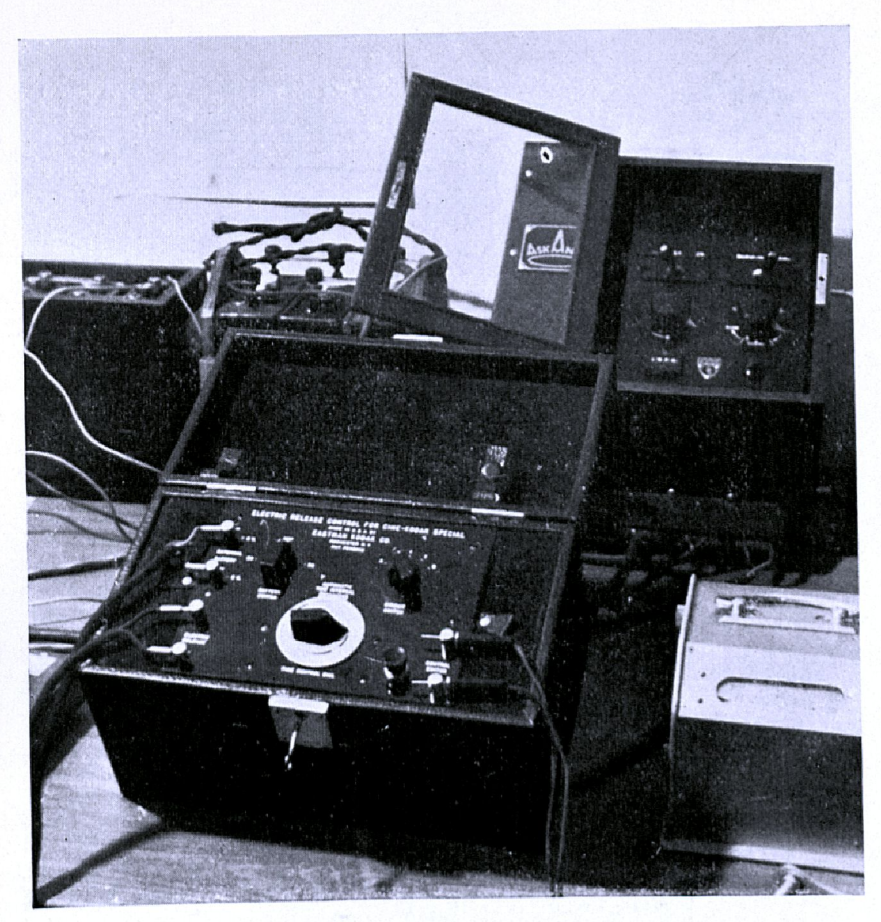
Cine Kodak Special Kamera (F I, 9).

Diese Kamera bietet den Vorteil, dass sie einzelne Bildaufnahmen und eine sehr genaue Dosierung sowohl der Lichtstärke wie der Expositionszeit ermöglicht.

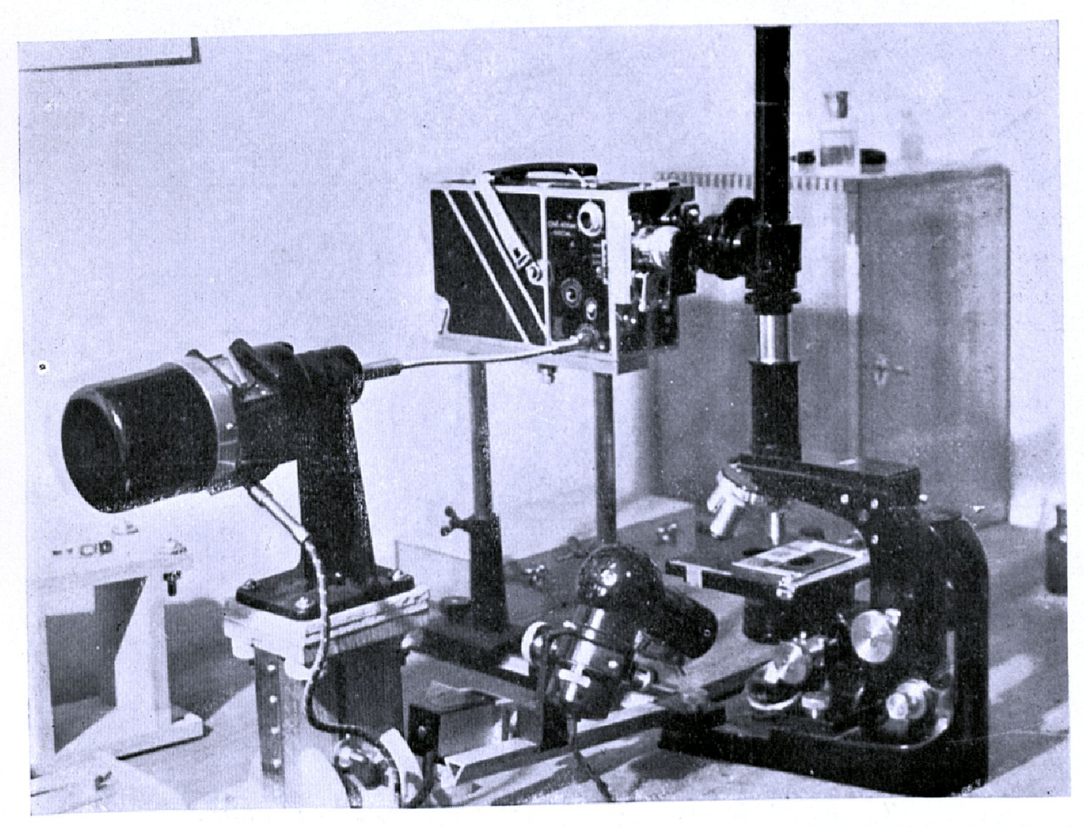
Zur Zeit-Raffung dienten zwei Apparate; ein Raffungsapparat (Elektric Release Control for Cine Kodac Special, hergestellt von Eastman Codac Co.). Durch die Einschaltung verschiedener Relais' sind Raffungen der Bewegung ermöglicht in folgender Grössenanordnung:

4-fache	Raffung	(4	Bilder	in	der	Sekunde)
8	« «	(2	«	«	«	«)
16	« «	(1	«	«	«	«)
32	« «	(1	«	«	2 Sekunden)	
48	« «	(1	«	«	3	«)
64	« «	(1	«	«	4	«)
80	« «	(1	«	«	5	«)
96	« «	(1	«	«	6	«)

Bei 96-facher Raffung etwa ist ein Meter Film in 13 Minuten 12 Sekunden exponiert. Dieser Apparat dient für Filmung von Entwicklungsvorgängen und Bewegungsformen, die auch mit freiem Auge noch bei einiger Anstrengung und grosser Vergrösserung sichtbar werden.

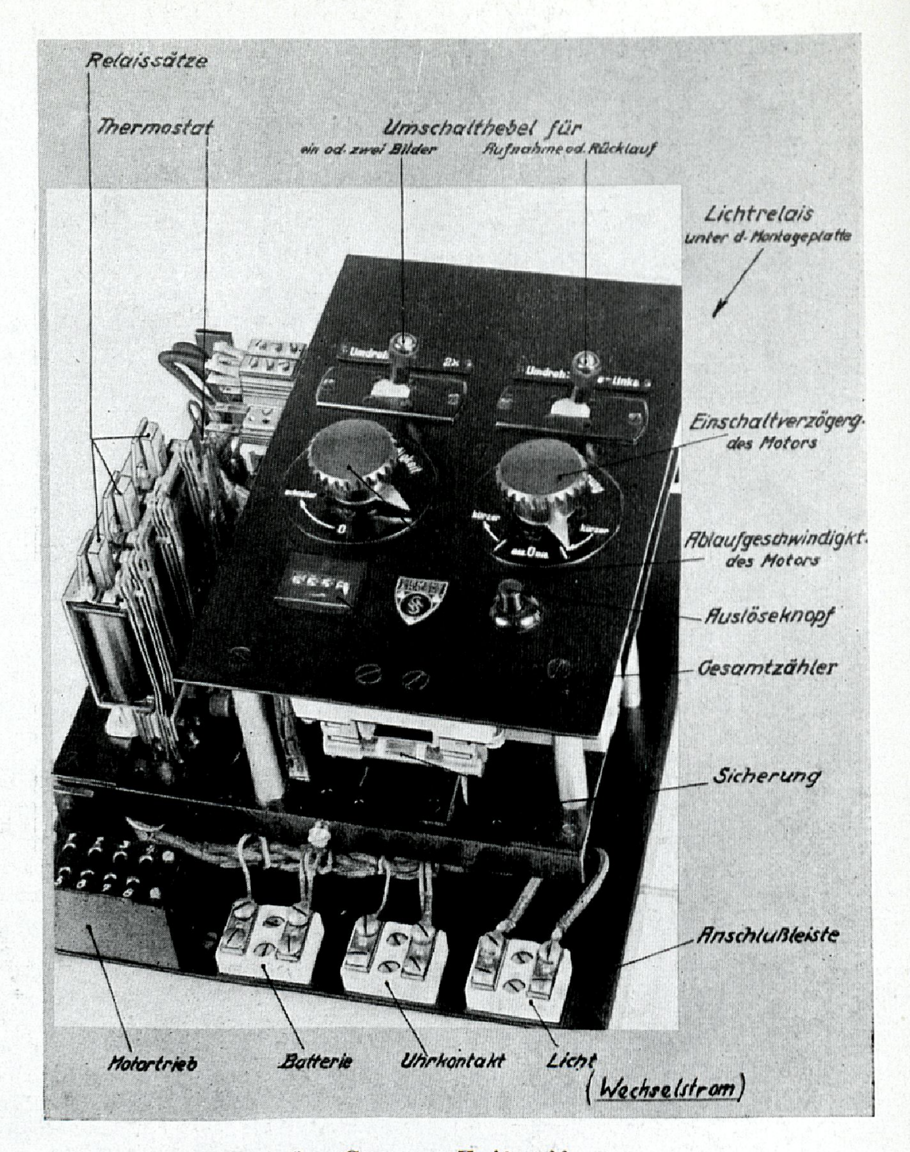


4. *Die beiden Relais-Apparate für die Zeitraffung*

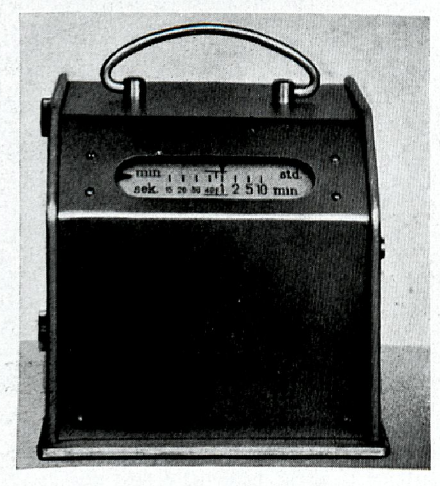


5. *Die Mikrofilm-Einrichtung mit Motor für die Zeitraffung*

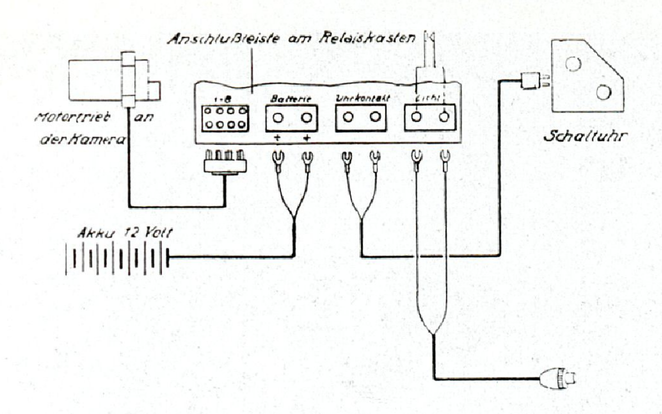
Tafel IV



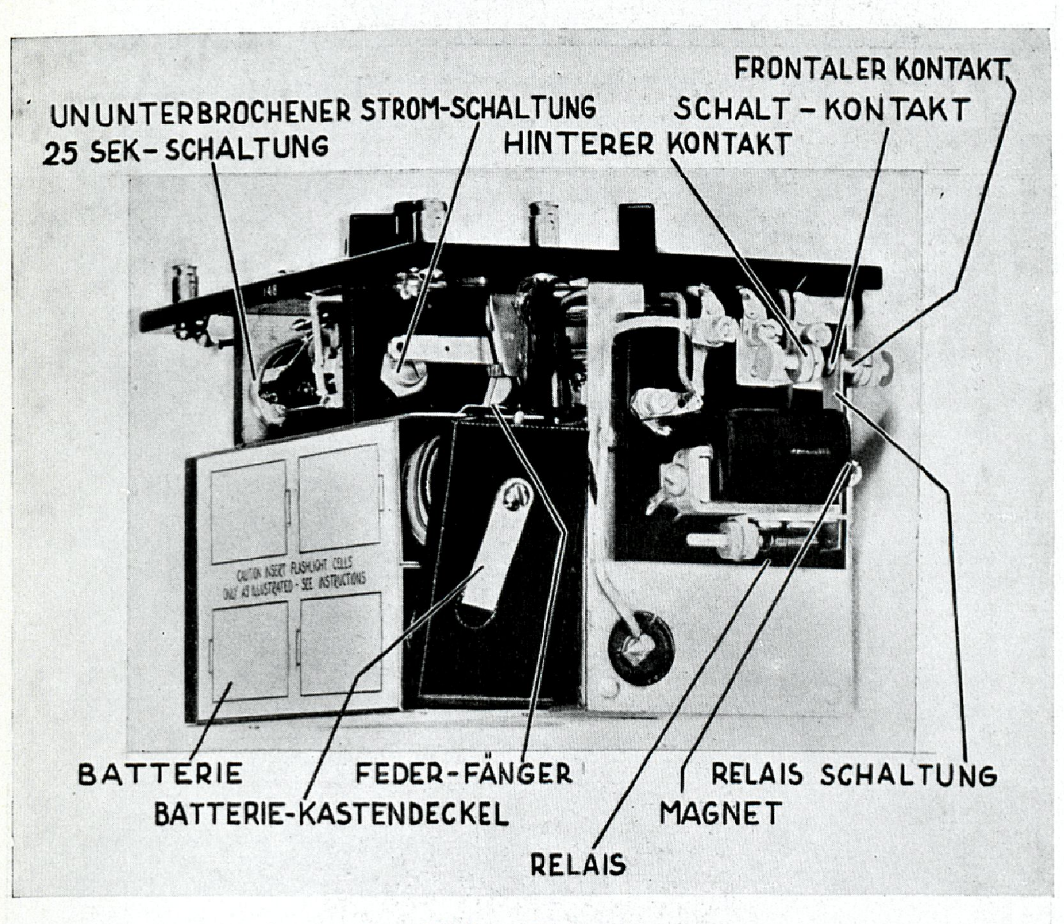
6. Grosse Zeitraffung
Der Relais-Apparat



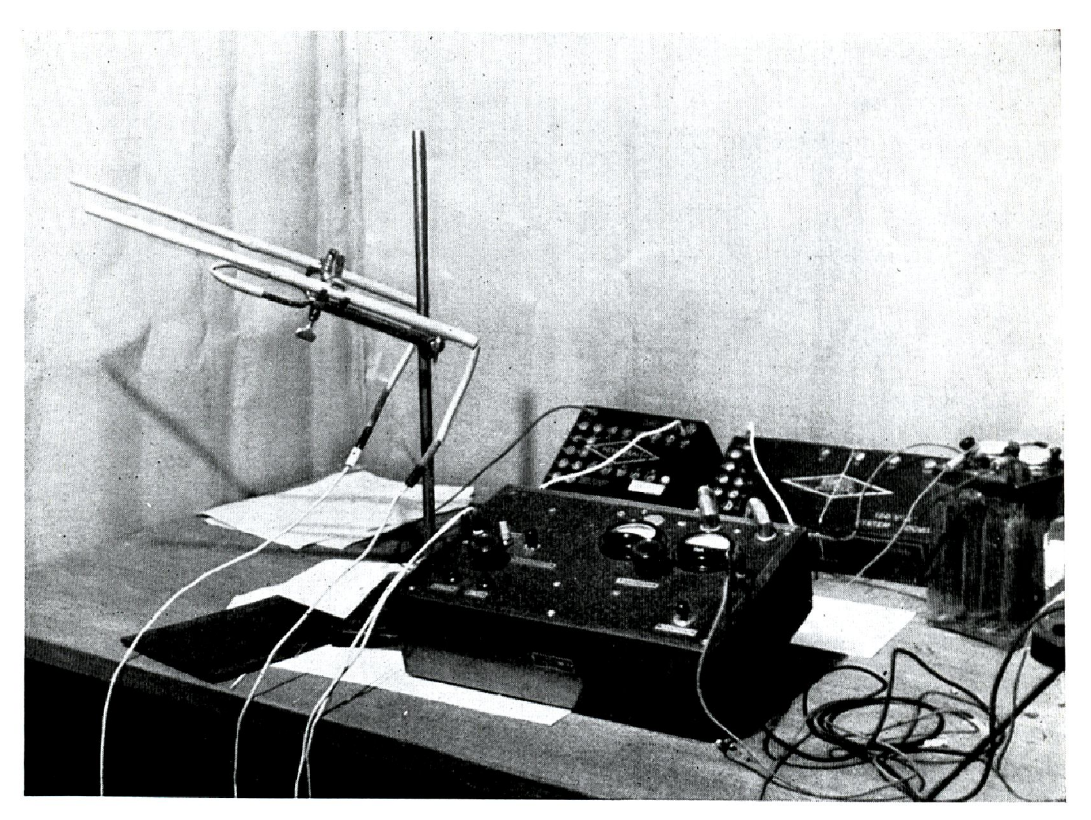
7. Kontaktuhr zur Einstellung der Intervalle



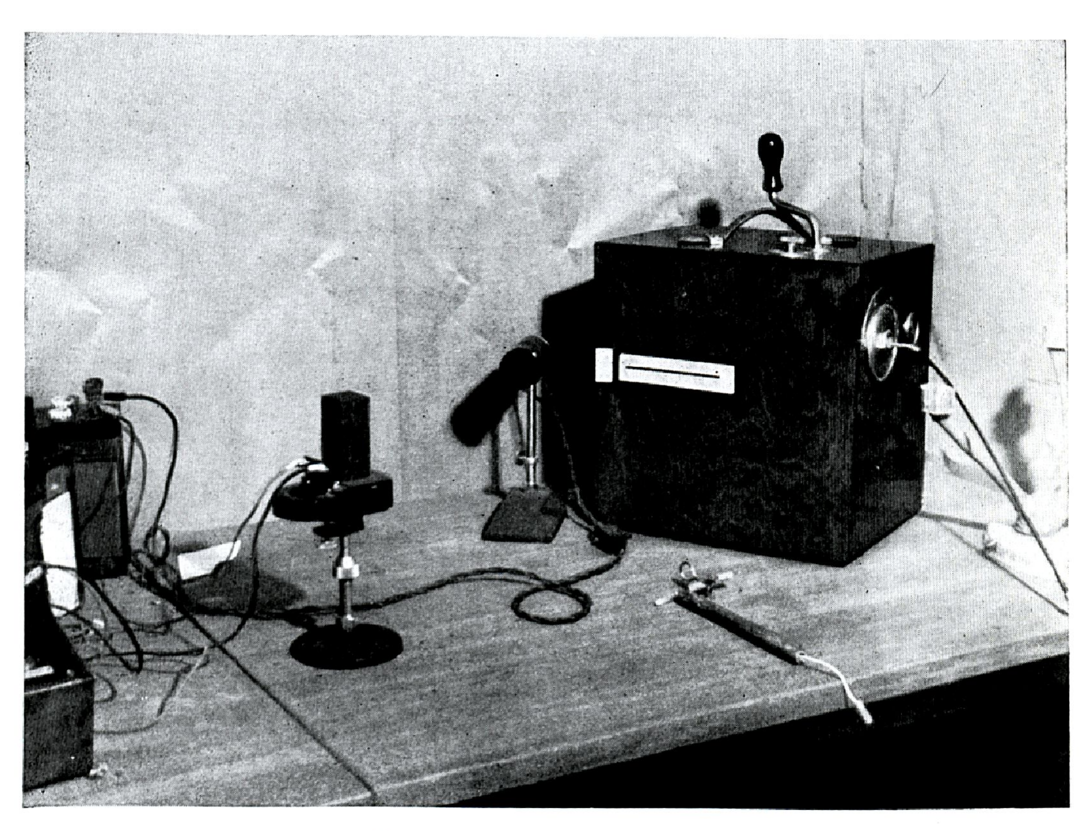
8. Die Schaltung des grossen Zeitraffer-Apparates



9. Kleine Zeitraffung



10. Dreiröhren-Verstärker und Silberelektroden



11. Oszillograph, Papierfilm-Apparat und unpolarisierbare abgeschirmte Elektrode

Für die Filmung von nicht sichtbaren Entwicklungs- und Bewegungsvorgängen diente ein Zeitraffer, der von Askania-Berlin geliefert wurde. Der Schalt- und Relais-Kasten ermöglicht die Einstellung folgender Raffungsgeschwindigkeiten:

Ein Bild in	15	Sekunden	(240-fache R.*)
« « «	20	«	(320 « «)
« « «	30	«	(480 « «)
« « «	40	«	(640 « «)
« « «	1	Minute	(960 « «)
« « «	5	«	(4800 « «)
« « «	10	«	(9600 « «)
« « «	15	«	(14400 « «)
« « «	20	«	(19200 « «)
« « «	30	«	(28800 « «)
« « «	40	«	(38400 « «)
« « «	1	Stunde	(57600 « «)
« « «	2	«	(115200 « «)
« « «	5	«	(288000 « «)
« « «	10	«	(576000 « «)

Die letzte Möglichkeit bedeutet, dass ein Meter Film in 55 Tagen und Nächten aufgekommen wird. Die Vergrösserungen bei Raffungsaufnahmen wurden im Raume zwischen etwa 300- und etwa 1200-fach aufgenommen.

Für die mikro-elektrischen Untersuchungen diente ein hierzu speziell konstruierter Apparat (s. Abb. 2). In einem festen Sockel ist eine senkrechte massive runde Stange eingebaut, an der eine Querstange sich verschieblich befindet. An dieser Querstange sind wieder verschieblich nach zwei Richtungen zwei Glasröhren befestigt, durch die ein Kupferdraht läuft. An dem einen Ende ragt ein feiner, dünner Platindraht hervor. Die Platindrähte werden an Ösen angebracht, die an zwei entgegengesetzten Seiten eines Troges auf einem Objektträger befestigt sind. Dieser Apparat wird verbunden mit einem Pantostaten, hergestellt von Siemens (Berlin), der genaue Messungen und Stromdosierungen hinunter bis zu 0,2 MA ermöglicht.

Von einem späteren Zeitpunkte ab wurden sämtliche Filmaufnahmen mit Hilfe eines optischen Zwischenstückes durchgeführt, das die Beobachtung bei gleichzeitiger Aufnahme ermöglichte. Der Filmapparat kann sowohl senkrecht über dem Okular wie auch horizontal aufgestellt werden. Bis zum Sommer 1937 waren fertiggestellt:

Ein kompletter Film des Präparats 8, Entwicklung von Protozoen
« « « « « 6, Bion-Versuch

*) R bedeutet hier die Vervielfachung des Bewegungstempos

und ein der Komplettierung entgegengehender Film: Präparat 1, 2 und 3 (Vorstufen des Lebens, dargestellt an quellender Erde, Kohle und Russ). Das Laboratorium verfügt auch über ein komplettes Filmentwicklungs-Instrumentar.

Für elektrische Potentialmessung wurde ein Oszillograph verwendet, der an einen Dreiröhren-Gleichstromverstärker angeschlossen ist. Dieser Apparat wurde von der Universitätsinstrumentfabrik in Lund hergestellt. (Abb. 10 u. 11)

Für die bakteriologischen Untersuchungen wurde ein komplettes bakteriologisches Laboratorium mit Autoklaven (Sterilisation bei 120°) und Trockensterilisator (Sterilisation bis 190°) eingerichtet.

Abgeschlossen Oktober 1937

Wilhelm Reich

ERSTER TEIL

DAS EXPERIMENT

I. KAPITEL

DIE SPANNUNGS-LADUNGS-FORMEL

In der vorliegenden Abhandlung möchte ich die Beobachtungen darstellen, die ich bei der experimentellen Verwandlung lebloser Stoffe zu bakteriellen Lebewesen machte. Ich will zunächst kurz den theoretischen Ausgangspunkt schildern:

In etwa 15-jähriger klinischer Arbeit hatte sich mir eine Formel für die Orgasmusfunktion ergeben, die sich in der Folge auch experimentell bestätigte.[1] Es gibt im vegetativen Leben einen Vorgang, bei dem mechanische Füllung oder *Spannung* zu *elektrischer Ladung* führt; dieser folgt die *elektrische Entladung,* die ihrerseits wieder in *mechanische Entspannung* ausläuft.

Daraus ergaben sich zwei Fragen:

Erstens: Gilt diese Formel nur für die Funktion des Orgasmus oder beherrscht sie alle vegetativen Funktionen?

Zweitens: Da der Orgasmus ein elementares Lebensphänomen ist, musste sich seine Formel auch in den primitivsten biologischen Funktionen nachweisen lassen, etwa auch bei der Lebenstätigkeit der Protozoen. Die Voraussetzung war also, dass die Orgasmusformel mit der Lebensformel identisch sei. Ursprünglich war die Hoffnung, den Nachweis für die Richtigkeit dieser Annahme in kurzer Zeit zu führen, sehr gering. Die relativ rasche und widerspruchslose Lösung des Hauptteils dieser Frage verdanke ich einem Zufall.

Die klinischen und experimentellen Erfahrungen hatten überdies eine Reihe von Überlegungen aufgedrängt, die die biologischen Versuche lenkten. Bei den elektrischen Versuchen an den sexuellen Zonen hatte es sich gezeigt, dass die vegetativen Erregungen funktionell identisch sind mit entsprechenden elektrischen Strömungsrichtun-

[1]) «Experimentelle Ergebnisse über die elektrische Funktion von Sexualität und Angst» (1937)
«Der Urgegensatz des vegetativen Lebens» (1934)
Beide im Sexpol-Verlag, Oslo

gen. Auf der anderen Seite erwiesen sich die vegetativen Organempfindungen als funktionell identisch mit *Ansätzen* zu vegetativen Bewegungen, die sich im Grunde in zwei Gruppen einteilen lassen: Das Empfinden der Ausdehnung und des Wohlbehagens, der *Expansion* also, entspricht dem Ansatz zu einer Streckung, wie wir sie in der sexuellen Erektion verdeutlicht sehen. Angst und Unlustempfindungen dagegen sind identisch mit Ansätzen zu einem In-sich-verkriechen, also mit einer *Kontraktion* des biologischen Organismus. Bei Meeresweichtieren, die ich beobachtete, sprang der Wechsel von Expansion und Kontraktion in die Augen. Die Entladung elektrischer Energie im Zusammenzucken des elektrischen Fisches bestätigte meine Annahme, dass die plötzliche Kontraktion mit elektrischer Entladung funktionell identisch ist. Ich durfte mir daher den Gedankensprung erlauben, dass elektrische Aufladung der Peripherie, Streckung und Wohlbefinden einerseits, elektrische Entladung der Peripherie, Zusammenzucken und Schreck oder Angst andererseits funktionell identisch seien. Bei der Streckung, so dachte ich weiter, wird die Distanzierung der Teilchen durch Quellung veranlasst. Sie muss einen engen Zusammenhang mit der Erhöhung der elektrischen Spannungen haben. Im Gegensatz dazu liegt bei der Zuckung eine Verringerung der Distanz der Teilchen infolge Entquellung, daher ein grösserer Widerstand der Gewebe und eine Erniedrigung der elektrischen Spannung vor, also eine Entladung. Folgerichtig musste daher die physikalische elektrische Spannung in Form der vegetativen Erregungsempfindung unmittelbar verspürt werden.

Vor etwa drei Jahren hatte sich mir überdies in der klinischen Arbeit an muskulär hypertonen Neurotikern der *Orgasmusreflex* enthüllt. Nach Beseitigung von Hypertonien setzten sich vegetative Einzelzuckungen an verschiedenen Körperteilen zu einem *einheitlichen Reflex des Gesamtkörpers* zusammen, den ich *Orgasmusreflex* nannte. Es ist die gleiche Erscheinung wie die automatische vegetative Zukkung am Höhepunkte der geschlechtlichen Befriedigung. Die Annahme war unerlässlich, dass das vegetative Nervensystem sich in der Lust ausdehnt und streckt, im Schreck dagegen sich zusammenzuckend kontrahiert. Entscheidend dabei schien mir die Einheitlichkeit in der Funktion des *Gesamtorganismus;* die Vorstellung, dass im Metazoon die Amöbe in Gestalt des kontraktilen und expansiven vegetativen Apparats fortlebt.

Die Nerven des Organismus erschienen nach dieser Anschauung nicht mehr als Erreger der Impulse, sondern bloss als organisierte Leitungsbahnen von vegetativen *Gesamtkörperimpulsen.* In der Literatur fanden sich reichlich Ansätze zur Anschauung, dass die Ganglien des vegetativen Nervensystems wie Akkumulatoren funktionieren; dass ferner die Muskeln die Entladungsapparaturen darstellen, wobei sich Bewegung ergibt. Die Körperflüssigkeit, die beim

Menschen etwa 80 % des Gesamtgewichts ausmacht, musste als wesentlichstes Mittel der Fortpflanzung elektrischer Erregungen aufgefasst werden.

Die Grundfunktionen des Lebendigen, Expansion und Kontraktion, beherrschen das Leben; doch sie selbst setzen sich aus physikalischen Einzelfunktionen in komplizierter Weise zusammen. Auf die Tatbestände, die die Kolloid-Chemie erbrachte, gehe ich später genau ein. Hier möchte ich mich auf knappe Darstellung eines Schemas der Einheitlichkeit, nicht nur innerhalb des Lebensbereiches, sondern auch zwischen den lebenden und den anorganischen Funktionen beschränken. Es waren, wie gesagt, nur Überlegungen, die sich an eine grosse Reihe klinischer und experimenteller Untersuchungen angeschlossen hatten.

Die biologische Richtung «Zur Welt», repräsentiert in der Streckung, und die ihr entgegengesetzte «Von der Welt weg», «In sich zurück», repräsentiert im Zusammenzucken, schienen mir ein primitives Vorbild im *mechanischen* Vorgang der Dehnung etwa einer Schweinsblase zu haben. Füllt man eine Schweinsblase mit Luft, so dehnt sie sich mechanisch. Die Oberfläche spannt sich und versucht den ursprünglichen Zustand wieder herzustellen, wie bei einer Spiralfeder, die gedehnt wird. Der Binnendruck, der von der Luft ausgeübt wird, wirkt ihm entgegen. Es gibt nun drei Möglichkeiten:

Der Binnendruck ist *kleiner* als die Oberflächenspannung, die Blase kann weiter gedehnt werden, ohne dass sie platzt.

Der Binnendruck ist *gleich* der Oberflächenspannung, die Blase nimmt die Kugelform an und ist in einem stabilen Zustand.

Schliesslich kann der Binnendruck der Luft *grösser* werden als die Oberflächenspannung; die Blase platzt.

Im Bereiche des Vegetativen führt die Vergrösserung des Binnendrucks zu einer *Kontraktion* wie bei der Harnblase oder zu einer Einschnürung und Teilung wie bei der Zelle.

In der *Elektrik* fiel der Gegensatz von Ladung und Entladung auf. Im anorganischen Geschehen sind die Funktionen der mechanischen Spannung und Entspannung bzw. die der elektrischen Ladung und Entladung voneinander getrennt; im Organischen dagegen herrscht eine spezifische Kombination der beiden physikalischen Funktionen: *Spannung — Ladung — Entladung — Entspannung.* Sie ist die Formel der vegetativen Funktion.

Im *chemischen* Prozess gibt es Substanzen, die quellend, also spannend, und entquellend, also entspannend, wirken. Bei Einwirkung von Kalium-Chlorid und Lezithin auf Gewebe wird die Oberflächenspannung infolge der Quellung grösser; bei Einwirkung von Calzium und Cholesterin wird die Oberflächenspannung infolge der entquellenden zusammenziehenden Wirkung kleiner.

Es konnte nun nicht ohne Bedeutung für das Verständnis der Organfunktionen sein, dass Spannung und Entspannung, Quellung und Entquellung, Streckung und Zusammenziehung, Ladung und Entladung etc. in den Funktionen des Vagus und Sympathicus in *einem* Funktionssystem verdichtet vorliegen. In einer speziellen Untersuchung über den «Urgegensatz des vegetativen Lebens» (1934), hatte ich diesen Zusammenhang an Hand der von anderen Autoren erbrachten experimentellen Ergebnisse dargelegt. Kalium wirkt wie Lezithin, Lezithin wie Vagus, der Vagus schliesslich wie die Lusterregung, quellend, turgorfördernd, erhöhend auf die Oberflächenspannung und, wie sich zuletzt zeigte, auch aufladend. Im Gegensatz dazu bildeten Calzium, Cholesterin, Sympathicus und Unlust bzw. Angst eine funktionelle Einheit, gekennzeichnet durch die Vorgänge: Entquellung, Zusammenziehung, Entladung, Verringerung der Oberflächenspannung.

Ich lasse nun eine Gegenüberstellung folgen, die ich vor 4 Jahren wie folgt zusammenfasste:

Vegetative Gruppe (Gegenseitige Steigerung und Ersetzbarkeit)	*Allgemeine Wirkung auf Gewebe*	*zentral/peripher*
	Erniedr. d. Oberfl.-Spannung	systolisch/vasokonstriktorisch
Sympathicus	Wasserexpulsion (hydrophob)	Herzmuskel erregt
Calcium (Gruppe)		Darm gehemmt
Adrenalin	*Quergestr. Muskel schlaff*	
Cholesterin		
OH-Jonen	Verringerung der elekt. Erregbkt.	
	Steigerung des O-Verbrauchs	
	Steigerung des Blutdrucks	
Vagus	Erhöhung d. Oberfl.-Spannung	diastolisch/dilatatorisch
Kalium (Gruppe)		
Cholin	Wasseraufnahme (Quellung d. Gewebe)	*Herzmuskel schlaff*
Lezithin		Darm gefördert
H-Jonen	*Muskel tetanisch verkürzt*	
	Steigerung d. elekt. Erregbarkeit	
	Herabsetzung des O-Verbrauchs	
	Senkung des Blutdrucks	

Das was die Biologie, besonders ihr metaphysischer Teil, bisher als «organisierende Intention», als «Entelechie» etc., bezeichnete, schien mir gerade in dem Sprung von physikalischen Einzelfunktionen zu ihrer *Kombination* zu liegen; sie steuert den Prozess des Lebens. Metaphysische Erklärungsprinzipien in der Biologie konnten somit durch die *dialektisch-materialistische* Formulierung der Lebensvorgänge ersetzt werden. (Vgl. III. Kap. II. T)

Die Einheitlichkeit des organischen Funktionierens ist gesteuert durch den Spannungs-Ladungs-Vorgang an den Einzelorganen wie am Gesamtorganismus. Die Einheitlichkeit zwischen anorganischem und organischem Geschehen war gegeben in der Quellung-Entquellungs- und Ladungs-Entladungs-Funktion.

Der Unterschied zwischen dem Organischen und Anorganischen ergibt sich durch die spezifische Kombination von Funktionen, die sonst für sich allein im Anorganischen vorkommen.

Von diesen hier summarisch zusammengefassten Voraussetzungen ging ich nun an die im folgenden geschilderten biologischen Versuche heran.

II. KAPITEL

DIE BIONE ALS VORSTUFEN DES LEBENDIGEN

Die *vegetativen Strömungen,* denen ich in der charakteranalytischen Arbeit und bei den elektrischen Sexualitätsversuchen begegnete, veranlassten mich, sie an Protozoen unter dem Mikroskop weiter zu verfolgen. Das botanische Institut in Oslo stellte mir ein Protozoenpräparat zur Verfügung. Ich hatte die Absicht, mir derartige Präparate selbst anzufertigen, und fragte daher nach der Technik der Kulturanfertigung; auf meine vor zwei Jahrzehnten erworbenen und dann vergessenen Kenntnisse der biologischen Praktika wollte ich mich nicht verlassen. Ich war, obgleich ich die Loewenhoekschen Infusionen kannte, sehr erstaunt zu hören, dass dazu nichts weiter gehöre als ein Aufguss von Wasser über Heu, also halbtrockenem Gras. Ich erfuhr auch, dass man Amöben oft an Blättern findet, die in stehenden Wassertümpeln lange liegen. Ich schämte mich meiner Lücken im biologischen Wissen, als ich auf meine naive Frage, wie denn die Tiere in einen derartigen Aufguss hineinkämen, die erstaunte Antwort erhielt, dass es ja überall «Lebenskeime» gäbe, aus denen sich die Protozoen entwickelten. Die «Keimtheorie» hatte ich unbewusst offenbar absichtlich «vergessen». Ich wollte speziell Amöbenkulturen studieren, um mich mit den von *Hartmann* und *Rhumbler* beschriebenen und für meine Theorie der vegetativen Funktion so wichtigen Plasmaströmungen vertraut zu machen. Doch in dem übernommenen Aufguss fanden sich nur ganz vereinzelt Amöben. Es zeigte sich, dass es nicht so leicht war, Amöbenkulturen neu herzustellen. Der Institutsassistent riet mir in meiner Not, selbst Aufgüsse von Heu zu machen und sie *«nach etwa zehn bis vierzehn Tagen»* zu untersuchen. Ich würde dann schon Amöben finden.

Meine Kenntnisse der *speziellen* Protozoenkunde waren beschämend spärlich. Doch ich durfte es im Vertrauen auf mein gründliches theoretisch-biologisches Wissen und gestützt auf die orgasmothe-

rapeutischen und experimentellen Erfahrungen der letzten Jahre wagen, mich in das für mich neue Gebiet zu begeben. Ich unterliess fürs erste absichtlich eine neuerliche Durchsicht der biologischen Spezialliteratur, um meine Beobachtungen voraussetzungslos durchführen zu können. Die Literaturzusammenstellung liess ich von einem Assistenten besorgen.

1. DIE BLÄSCHENBILDUNG IN QUELLENDEN GRASHALMEN

Im Präparat liessen sich Pantoffeltierchen, Amöben verschiedener Art und unter anderem auch wurmartig schlängelnde Gebilde gut beobachten. Die vegetative Plasmaströmung sprang sofort in die Augen. Die langsamen, zeitlupenförmig ablaufenden, schlangenartigen Bewegungen und Plasmaströmungen liessen sich leicht als die von mir gesuchten Spannungs-Ladungs-Vorgänge erkennen. Ich schickte versuchsweise einen Strom von einem halben Milliampère durch das Präparat und sah den von *Rhumbler* und *Hartmann* beschriebenen Tatbestand, dass sich die Plasmaströmung beschleunigt, wenn man schwache Ströme hindurchschickt. Die Amöben krochen rascher dahin, die Körnchenbewegung innerhalb der Zelle wurde, beobachtet bei etwa 1500-facher Vergrösserung, äusserst lebhaft. Die Pantoffeltierchen dagegen schienen in grösste Unordnung zu geraten; ihre rasche und stetige Fortbewegung hörte auf, sie begannen sich im Kreise um sich selbst zu drehen; es sah aus, als ob jede Stromschliessung eine stossartige, «traumatische» Wirkung hätte. Nach längerer Stromdurchschikkung von etwa 3 Minuten lag das ganze Feld bis auf die Amöben unbewegt da. Ich steigerte den Strom auf etwa 1.5 MA; da kugelten sich auch die Amöben ab und bewegten sich nicht mehr.

Diese Beobachtungen schienen mir wichtig, doch ich konnte den Zusammenhang der Stromdurchschickung und der Veränderung der Plasmaströmung mit meiner Hypothese noch nicht herstellen. Es gab jedoch einen anderen Ansatzpunkt für die Überprüfung der Spannungs-Ladungs-Formel.

Das lebende organische Gewebe nahm sichtbar Flüssigkeit auf, so dass sich die Membranen im Prozess der Quellung mechanisch spannten. Der sogenannte «Turgor» der Gewebe, die Überfüllung von Blutgefässen, die Hyperämie, besteht ja prinzipiell in nichts anderem als in stärkerer Flüssigkeits- (Blut-, Lymph-, Wasser-) Aufnahme. Ich konzentrierte daher meine Beobachtung auf die *Veränderungen*, die sich am *Rande der Pflanzenfasern* abspielten.

Im Verlaufe von etwa zwei Tagen entfärbten sich die grün leuchtenden Fasern. In der Flüssigkeit gab es viele grüne Chlorophyllträger. Doch dort, wo sich die Pflanzenfaser entfärbte und zersetzte, gab es merkwürdige Veränderungen. Die vorher streifige und ganzzellige Struktur machte einer blasigen Platz. Gleichzeitig traten an ein-

zelnen Stellen die Ränder hervor, meist in Halbkugelform, aber auch in zackigen Streifen.

Die Faser hatte offenbar vorher Wasser aufgenommen, war gequollen, die Chlorophyllträger hatten sich losgelöst, in der zelligen Struktur des Gewebes hatte eine blasige Zersetzung platzgegriffen. In der früher klaren Flüssigkeit lagen überall blasige Haufen herum, ohne Rand, unbewegt. Sie hatten genau die gleiche Struktur wie die blasig zerfallenen Pflanzenränder. Die blasige Struktur war an verschiedenen Stellen verschieden. Hier unregelmässig, ohne scharfen Rand, dort völlig regelmässig mit einem Rand umgeben, der bei Drehung der Mikrometerschraube scharf aufleuchtete. Dort, wo es scharfe Ränder gab, war das betreffende Stück wie «geformt»; je umfassender der Rand sich gebildet hatte, desto praller erschien das Gebilde. Die Bläschen lösten sich allmählich von den Fasern los und schwammen in der Flüssigkeit herum. Die Pflanzenfasern sahen dann wie entblätterte Baumäste aus. (Abb. 12 u. 13 u. 14)

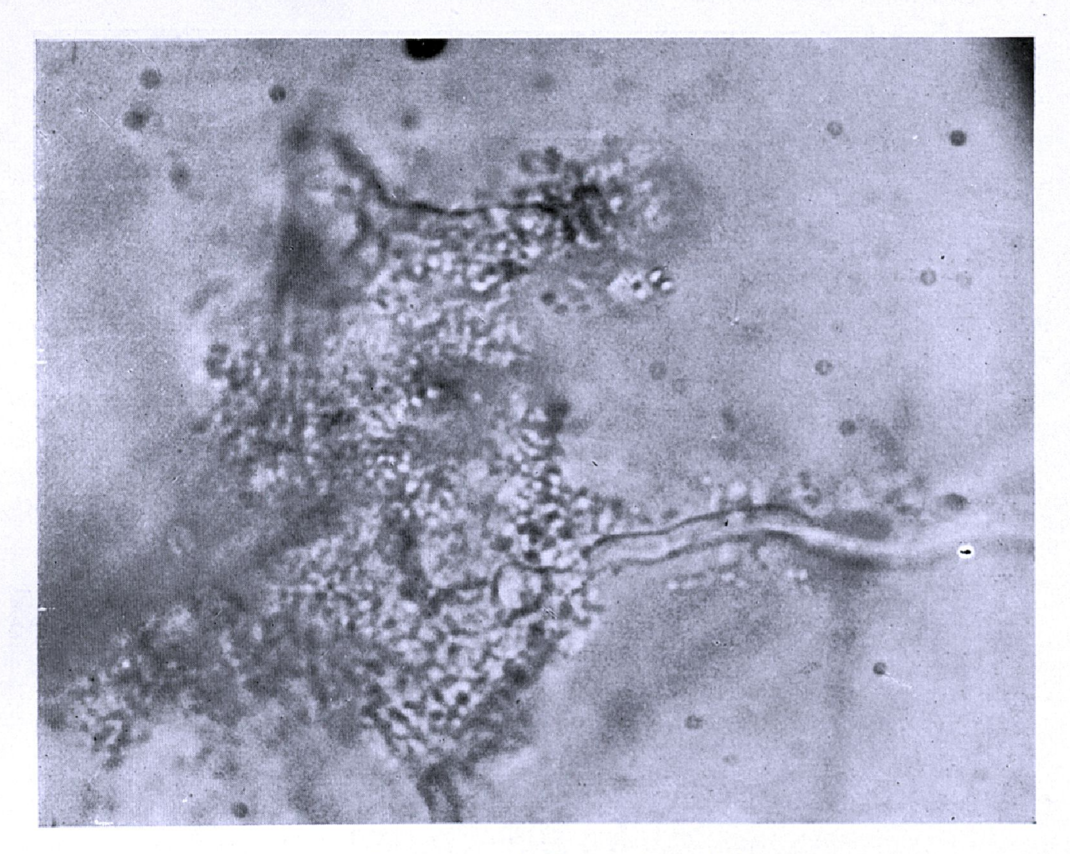
Ich verfolgte nun die Veränderung sowohl in der blasigen Struktur als auch in der Randbildung an *einem* Gebilde durch vier Stunden. Am Rande eines Pflanzenstücks fand sich ein ungleichmässig strukturiertes, randloses, blasiges Gebilde. Es quoll allmählich auf, wurde grösser und löste sich vom Pflanzenstück los. An den Rändern traten umfassender und deutlicher doppelt brechende Begrenzungen auf. Die blasige Struktur wurde regelmässiger, homogener, die Blasen brachen das Licht kontrastreicher. Das Gebilde war seiner Struktur nach von einer gerade vorbeikriechenden Amöbe kaum mehr zu unterscheiden. Es nahm längsovale Form an und wurde umso praller, je vollständiger und schärfer der Rand sich bildete. Im Innern lagen die Bläschen ruhig, doch das ganze hatte «Form» angenommen. Das Gebilde entschwand beim Versuch, dem Präparat Wasser nachzufüllen.

Eine Amöbe, die gemächlich dahinkroch, geriet in die Randschichte, trocknete ein und kugelte sich ab. Jetzt war sie von den vielen herumliegenden blasigen Haufen nicht mehr zu unterscheiden.

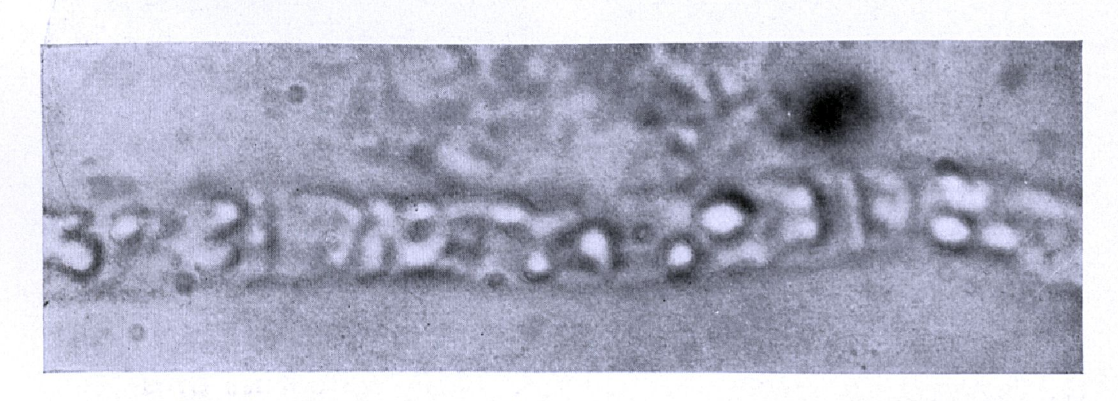
Eine andere Beobachtung wies in die gleiche Richtung: Man kann Gebilde beobachten, die die beschriebene blasige Struktur samt scharfem Rand aufweisen und der Faser mit einem Stiel anhaften. Gelegentlich sieht man ein derartiges Gebilde heftige Losreissbewegungen durchführen. Es schnellt von der Unterlage weg, wird jedoch durch den fadenförmigen Stiel wieder zurückgerissen. Wichtig ist, dass es sich von den leblosen Gebilden nur durch die Beweglichkeit unterscheidet, während Form und Inhalt dieselben scheinen. Auch die vielen blasig strukturierten Gebilde, die sich im Feld rasch fortbewegen, wie wenn sie schwebten, schienen von gleicher Art zu sein.

Fassen wir die Beobachtungen zusammen:

1. Quellende Pflanzenfasern zerfallen blasig.



12. Blasig zerfallene Grashalme
Filmpräparat 8, 700-fach

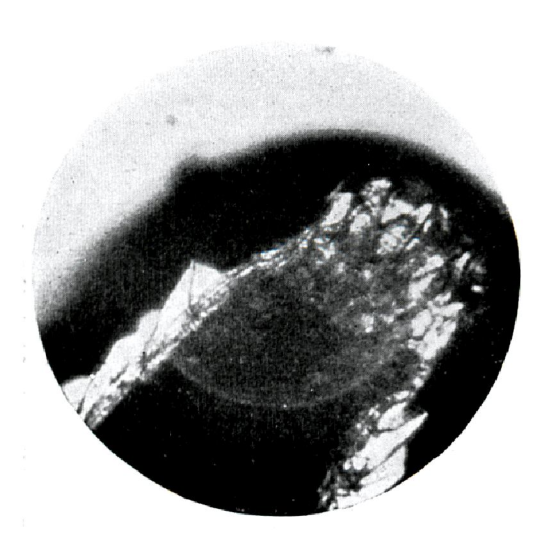


13. Blasen innerhalb eines Grashalmes
1500-fach

Tafel VIII



14. Grasstränge nach Loslösung der Bläschen
Filmpräparat 8, 700 fach



15. Scharfer Grasrand
aus Mikrofilm-Präparat 8
Halbdunkelfeld 300-fach



16. Blasig zerfallenes Gras
Dunkelfeld, 1000-fach

2. Eingetrocknete Amöben haben blasige Struktur wie die Bläschenhaufen.
3. Blasige umrandete Gebilde reissen sich von der zerfallenden Pflanze aktiv los.
4. Der sich bildende scharfe Rand verleiht dem Haufen eine bestimmte Form und Prallheit.
5. Manche rasch bewegte Zellen zeigen scharfen Rand und gleichmässig blasige Struktur.

Es drängte sich unabweisbar die überraschende Annahme auf, dass *das blasige («wabige») lebende Plasma der Amöbe eine sehr enge Beziehung zu den blasig zerfallenen Pflanzenhaufen haben muss. Wäre es möglich, dass eine Amöbe oder andere blasig strukturierte Protisten nichts anderes sind als Bläschenhaufen, die durch einen Rand zusammengefasst und geformt wurden?*

Die weiteren Beobachtungen und Versuche sprechen am besten für sich selbst.

2. TIERISCHE VERWANDLUNG VON GRAS- UND MOOSGEWEBE

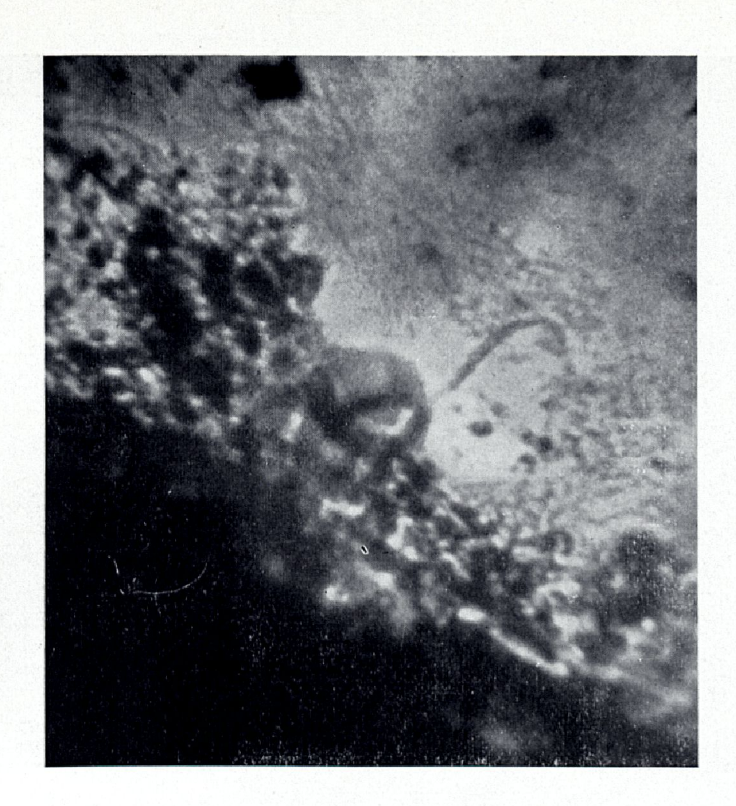
Bei Verwendung einer bestimmten Grassorte im Wasseraufguss bildet sich zumindest die von mir beschriebene Protistenart durch eine Reihe von *Vorstufen* hindurch aus zerfallenden Pflanzenfasern heraus. Sofort nach dem Einlegen zeigt das Grasblättchen einen scharfen Rand mit einzelnen krallenförmigen Haken (Abb. 15). Im Verlaufe von ca. 24—48 Stunden lockert sich dieser Rand wie beschrieben blasig auf (Abb. 16). Etwa am dritten Tage konnte ich am Rande des Halmes in unregelmässigen Abständen runde kugel- bis eiförmige Blasengebilde sehen, die im Innern Körner und Bläschen von verschiedenen Grössen aufwiesen (Abb. 17, 18 und 19). Die Bläschen im Innern der grossen randumschlossenen Blase sind von den blasig gewordenen Einschlüssen der Pflanzenränder nicht zu unterscheiden. Die grossen runden Gebilde sitzen dem Pflanzenrand mit einem Stiel auf. Einige von ihnen verändern diese Form nicht, jedoch andere zeigen ein merkwürdiges Verhalten. Der kugelförmige, dem Pflanzenrand abgewendete Haufen streckt sich allmählich in die Länge; dabei entsteht vorne eine Öffnung, die mit feinsten Fäserchen umgeben ist. In dieser gestreckten Lage verharrt das Gebilde etwa 1—3 Sekunden, bis es *zusammenzuckt* und plötzlich wieder Kugelform annimmt. Diese Gebilde muten an wie runde Äpfel bzw. langgestreckte Oliven, die an einem Zweig hängend sich bewegen. Man sieht sie zur gleichen Zeit oder auch etwas später teils frei in der Flüssigkeit herumschwimmen, teils noch mit abgetrennten Pflanzenfaserstücken durch einen Stiel verbunden. Die beschriebene Bewegung ist die gleiche. Man kann die Längsstreckung mit dem darauffolgenden Zusammen-

zucken zur Kugelform stundenlang beobachten. Gelegentlich sieht man, wie ein derartiges Gebilde sich im Prozess der Längsstreckung vom Pflanzenstück weg bewegt und dabei den gewundenen Stiel streckt. Im Zusammenzucken pflegen manche gegen die Pflanzengrundlage zurückzuschnellen. Ist das nun bereits ein «Tier» oder noch ein «Pflanzenstück»? Die Frage ist so inkorrekt gestellt. Es ist eine *Übergangsform*, denn das gleiche Präparat zeigte zwei Tage später die gleichen Tiere *ohne Pflanzenrand* frei in der Flüssigkeit; doch sie hatten diesmal zum Teil bereits anderen Charakter. Sie waren in den allerverschiedensten Abstufungen der Entwicklung zu sehen. Noch gab es blasige kugelförmige Gebilde, die einer Pflanzenfaser anhingen und dabei die Streck- und Zuckbewegungen ausführten. Andere taten dasselbe bereits von der Pflanzengrundlage losgelöst. Eine dritte Gruppe war äusserst merkwürdig. Die Individuen zuckten nicht mehr in die Kugelform zurück, sondern *behielten die Längsstreckung* bei. Der »Mund» war dabei weit offen, und sie sahen Pantoffeltierchen ähnlich. Sie bewegten sich wie diese, schwammen rasch im Präparat in allen Richtungen einher; im Innern konnte man am vorderen Ende eine pulsierende Vakuole sehen und im Kreise zittrig wandernde Bläschen. Diejenigen Gebilde, die noch immer wieder die Kugelform einnahmen, zeigten in der Längsstreckung den Fressakt in einer besonders deutlichen Weise. Hatte sich das Gebilde komplett gestreckt, war der Mund weit geöffnet, dann sah man die Einzelbläschen in der Flüssigkeit in raschem Tempo zunächst gegen die Mundöffnung, dann durch diese ins Innere hineinströmen.

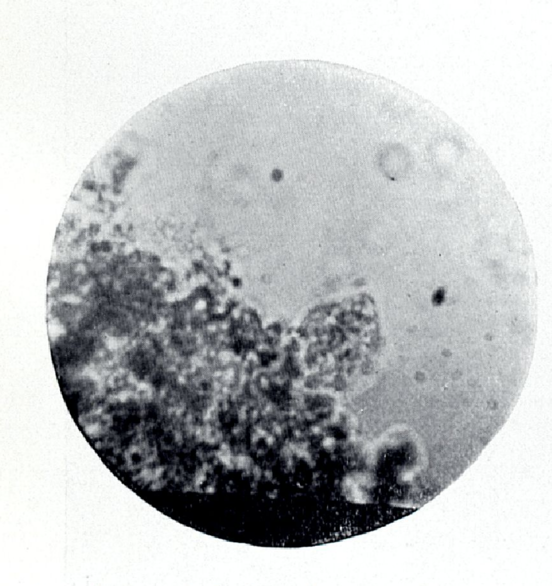
Nach zwei bis drei Sekunden schloss sich der Mund, das Tier zuckte zur Kugelform, und nun begann im Innern eine lebhafte Bewegung der Bläschen einzusetzen, die ich im Detail noch nicht festhalten konnte. Es war also nicht so, dass das langgestreckte Gebilde auf die Bläschen der Flüssigkeit hinzuschwamm und diese in sich aufnahm, sondern es war umgekehrt so, dass das Tier an Ort und Stelle blieb und die Einzelbläschen in den Mund hineinströmten. Es dürfte sich um eine elektrische Erscheinung handeln. Die Tierchen erwiesen sich als negativ geladene Gebilde, ebenso die Bläschen. In den vorliegenden Abbildungen sieht man verschiedene Stadien der Entwicklung dieser vielleicht bekannten Tiere. Wir sehen derartige Gebilde in Kugelform und in Längsform; wir sehen ferner die gleichen Gebilde mit Stielen an Pflanzenfasern hängen. Einige dieser Pflanzenfasern sind deutlich körnig und blasig aufgelockert. (Abb. 17—25)

Besonders wichtig ist uns der rhythmische Wechsel von Kugelform und Streckung. Die Streckung dürfen wir ohne Bedenken als Folge von Quellung auffassen, wobei sich die Oberfläche auflädt. Es ist die Richtung *«aus sich heraus, zur Welt hin»*. Die Aufnahme von Flüssigkeit und Bläschen durch den geöffneten «Mund» dürfte einen

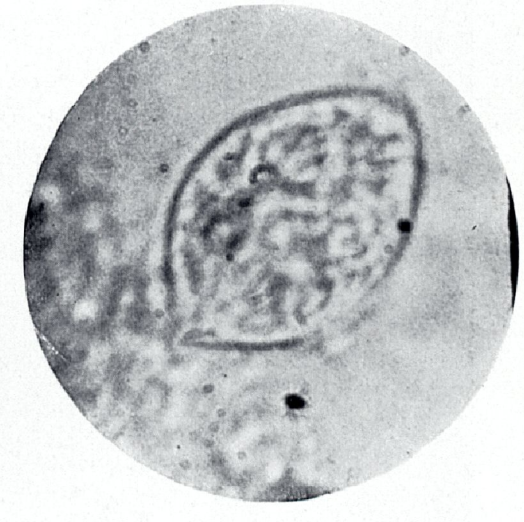
Tafel IX



17. Blasige Randgebilde
Filmpräparat 8,
1200-fach

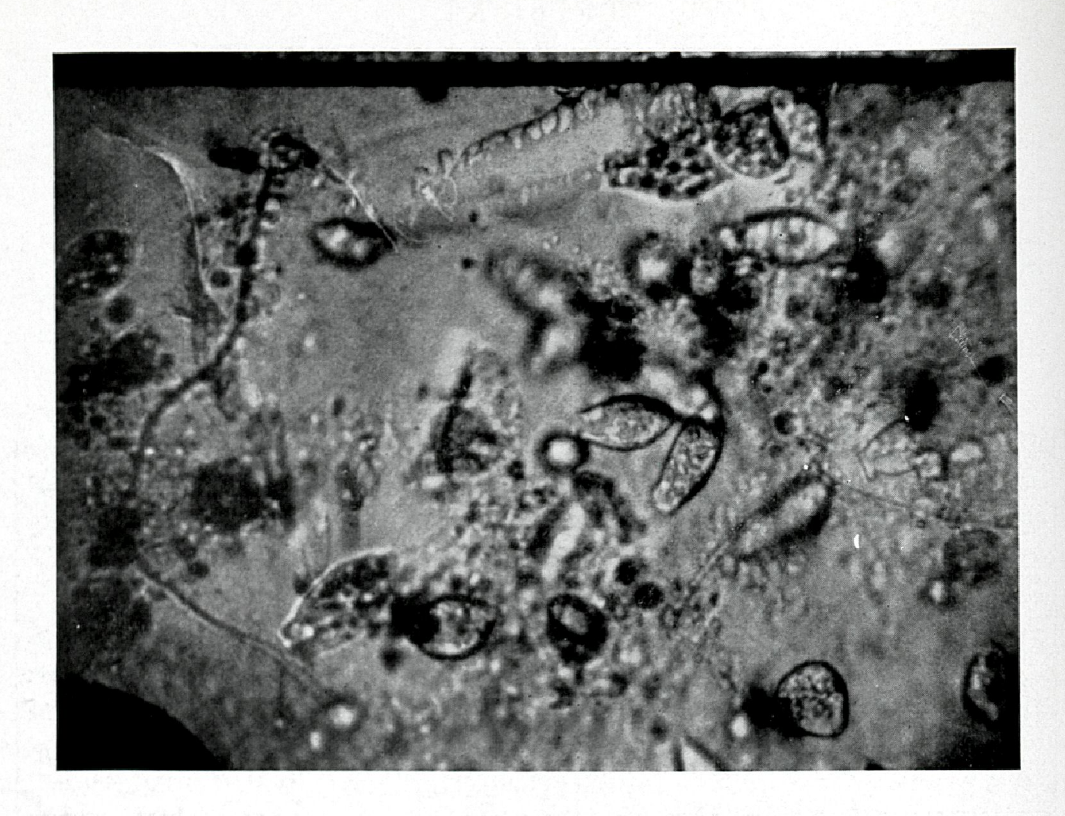


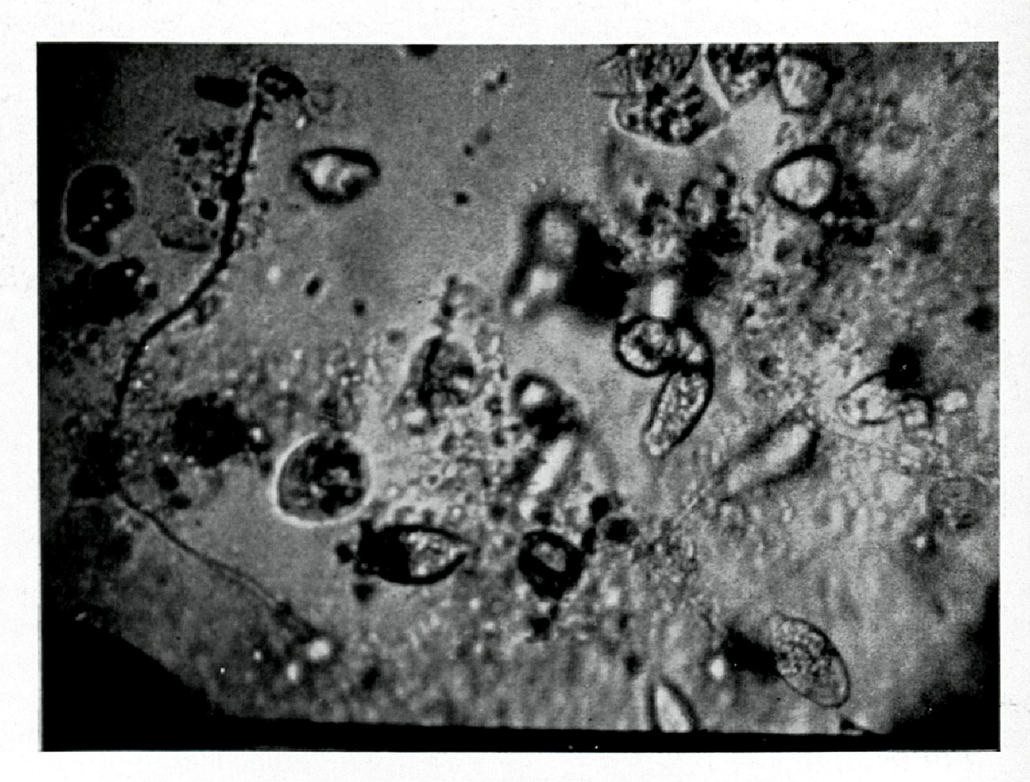
18. Organisiertes Randgebilde
Filmpräparat 8, 700-fach



19. Ovaler, organisierter Bläschenhaufen, unbewegt,
Filmpräparat 8, 1500-fach

Tafel X





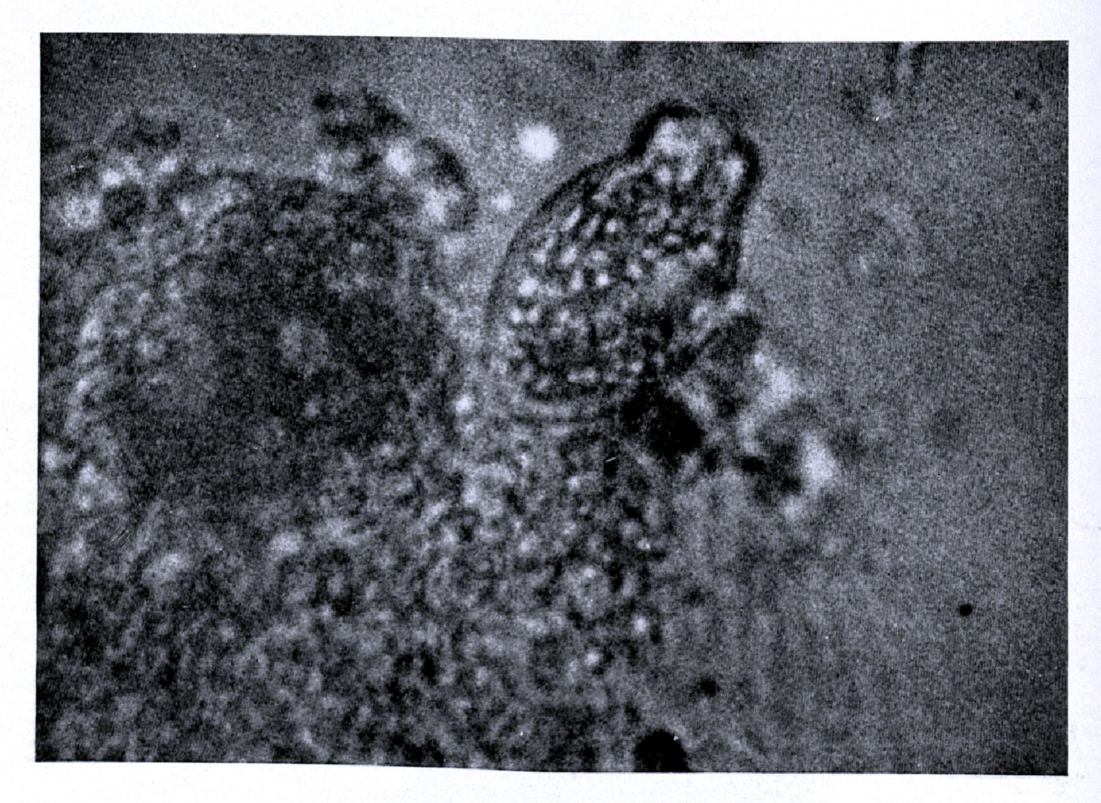
20 und 21. Org-Tierchen am Halm, zwei Formstadien

Tafel XI

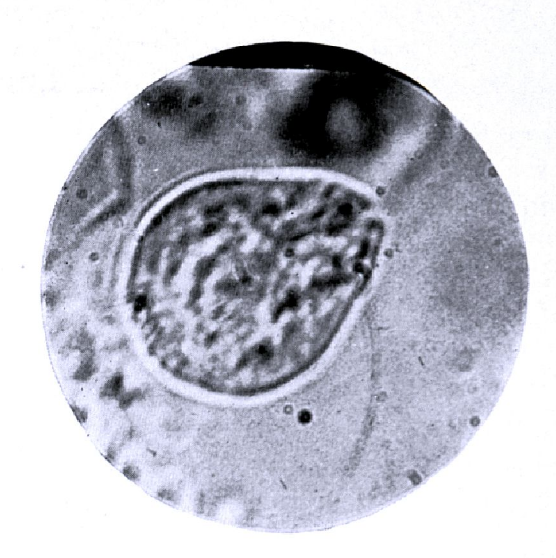


22. Org-Tier am Grasrand
Blasige Struktur des Plasmas
3000-fach

Tafel XII



23. Fertig organisierter Bläschenhaufen am Halm
Filmpräparat 8



24. Org-Tier in Eiform
1500-fach



25. Dasselbe Tier gestreckt

Prozess in Gang setzen, der durch Zusammenzucken zur Kugelform führt. Dieses Zusammenzucken dürfen wir als einen Prozess der Entladung auffassen, ebenso wie die Zuckung von Muskeln bei elektrischer Reizung. Schickt man schwache Ströme durch das Präparat, erfolgt die Zuckung verfrüht, vor der kompletten Streckung.

So unklar noch die Detailbeziehungen sind:

Für die Förderung der weiteren Arbeit war die Annahme notwendig, dass hier der Spannungs-Ladungs-Entladungs-Entspannungs-Vorgang unmittelbar zu sehen ist. Es bleiben natürlich wesentliche Fragen offen, etwa die, wodurch dieses Tier befähigt wird, sich in der längsgestreckten Form zu halten und wodurch es die Eigenschaft, zur Kugelform zurückzukehren, verliert. Durch diese Beobachtung ist der Nachweis erbracht, dass *zumindest diese Art von Protozoen durch Verwandlung aus einer Pflanze unter Ablauf einer Reihe von Entwicklungsphasen entsteht.* Sie jetzt schon zu klassifizieren oder bekannten Klassen einzuordnen, böte wenig Gewinn. Von dem beobachteten Präparat wurde ein Film hergestellt. (Präp. 8). Die zukkenden Gebilde erhielten den Namen «*Org-Tierchen*» (nach «*org*astischer» Zuckung).

3. DIE BLÄSCHENNATUR DER FLIESSENDEN AMÖBEN BESTÄTIGT SICH

Die erste Annahme, dass die fliessenden Amöben Zusammenfassungen von Bläschen darstellen, erfolgte vor etwa zwei Jahren. Der Weg der Untersuchung der Erdbione führte zunächst vom Amöbenproblem weg. Eine Bestätigung dieser Annahme war nicht zu erbringen. Es fehlten mikroskopische Beobachtungen strikter Art. Die Hoffnung war nun auf einen Zeitrafferapparat gesetzt, der den Vorgang filmatisch enthüllen sollte. Doch ein Jahr lang widerstanden technische Schwierigkeiten der Lösung des Problems. Die Filmraffung erfordert ein völlig ruhig stehendes, Flüssigkeitsströmung ausschliessendes Präparat. Sehr bald zeigte es sich, dass Graspräparate, in Paraffin eingeschlossen, infolge Sauerstoffmangels, absterben. Doch die Filmung der Zusammenfassung von Einzelbläschen durch einen Rand und die Entwicklung von Amöben daraus, konnte einer der Hauptbeweise werden. Das technische Problem löste sich in folgender Weise: Ein gehöhlter Objektträger wird mit 2—3 Moos- oder Grasstückchen, die säuberlich separiert daliegen, belegt und die Flüssigkeit des Präparats dazu getan. Ein Deckglas wird an jedem der vier Ecken mit Wachsfüsschen versehen und, ohne dass Luftblasen sich bilden, darüber gelegt. An den zwei Längsseiten des Objektträgers wird nun das Deckglas mit Paraffin festgemacht. Dabei ist zu beachten, dass etwa ein Viertel des Ausschnittes am Objektträger vom Deckglas nicht bedeckt ist. An den zwei von Paraffin nicht be-

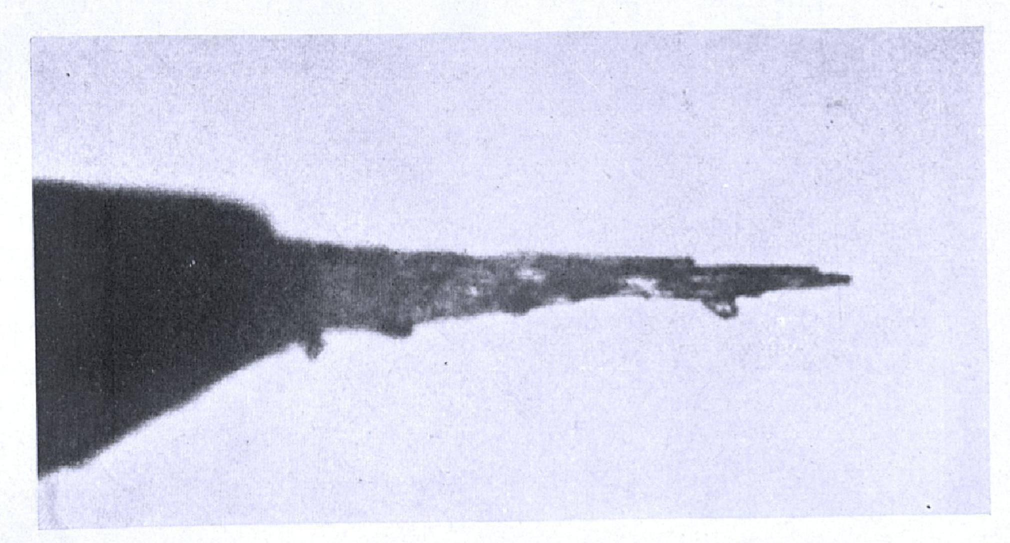
deckten Seiten des Deckglases wird nun Wasser angehäuft, sodass die verdunstende Flüssigkeit ständig sich aus den angelegten Depots beiderseits ergänzen kann. Etwa alle zwei Stunden müssen die beiden Depots durch Wasserhinzufügung angefüllt werden. Auf diese Weise löst sich das technische Problem, und die Filmung durch Zeitraffung wird durch Tage möglich; allerdings unter Anwendung einiger Mühe und Aufmerksamkeit, sodass die Nachfüllung der Depots nicht zu spät erfolgt und das Präparat mittlerweile eintrocknet. Mit Hilfe dieser technischen Massnahmen zeigte es sich, dass getrocknetes Moos in Wasser unter noch nicht voll einsehbaren Bedingungen neben andern Protozoen Amöben gibt. Fein aufgequollene Grasstücke zerfallen in feinste Bläschen. Man kann nun verfolgen, wie sie grösser werden und sich um Gruppen von Bläschen ein scharfer Rand bildet, der zunächst rund ist. Hat er eine bestimmte Grösse erreicht, dann beginnt das eine oder das andere Stück des Randes sich vorzuwölben, wobei das Ganze noch unbewegt ist. In der Mitte tritt ein kleiner, runder Kreis auf. Um die grossen Randblasen, die im Zentrum ein kleines fast punktartiges Bläschen haben, bildet sich dann eine lockere Grenzschichte. Sie wird zur späteren ektoplasmatischen Masse, während die Bläschen im Innern der grossen runden Blase die endoplasmatische grobe blasige Struktur bestimmen.

Nach Verlauf von einigen Stunden, löst sich das Gebilde von der Faser los und kriecht als Amöbe weiter. Erst in der allerletzten Phase des Prozesses beginnt das vorgewölbte Randstück zu fliessen. Die Loslösung erfolgt allmählich. Hat sich das Gebilde vom Stamm losgelöst, dann sieht man auch schon die vorquellenden Plasmamassen an verschiedenen Seiten des Organismus. Die Bildung der Amöben erfolgt auf diese Weise unausgesetzt. Das eine Mal zwei bis drei zugleich innerhalb eines kurzen Zeitraums, das andere Mal die eine nach der anderen in gewissen Abständen. Die losgelösten Amöben teilen sich. Oft sieht man sie kolonieweise beisammen liegen. Sie sind dabei von gequollenen Moosfaserenden kaum zu unterscheiden. Der Nachweis der Entstehung der Amöbe aus quellenden Moosfasern war durch die direkte Beobachtung erbracht. (Vgl. die Mikrophotos aus dem zeitgerafften Film No. 8: 26—31)

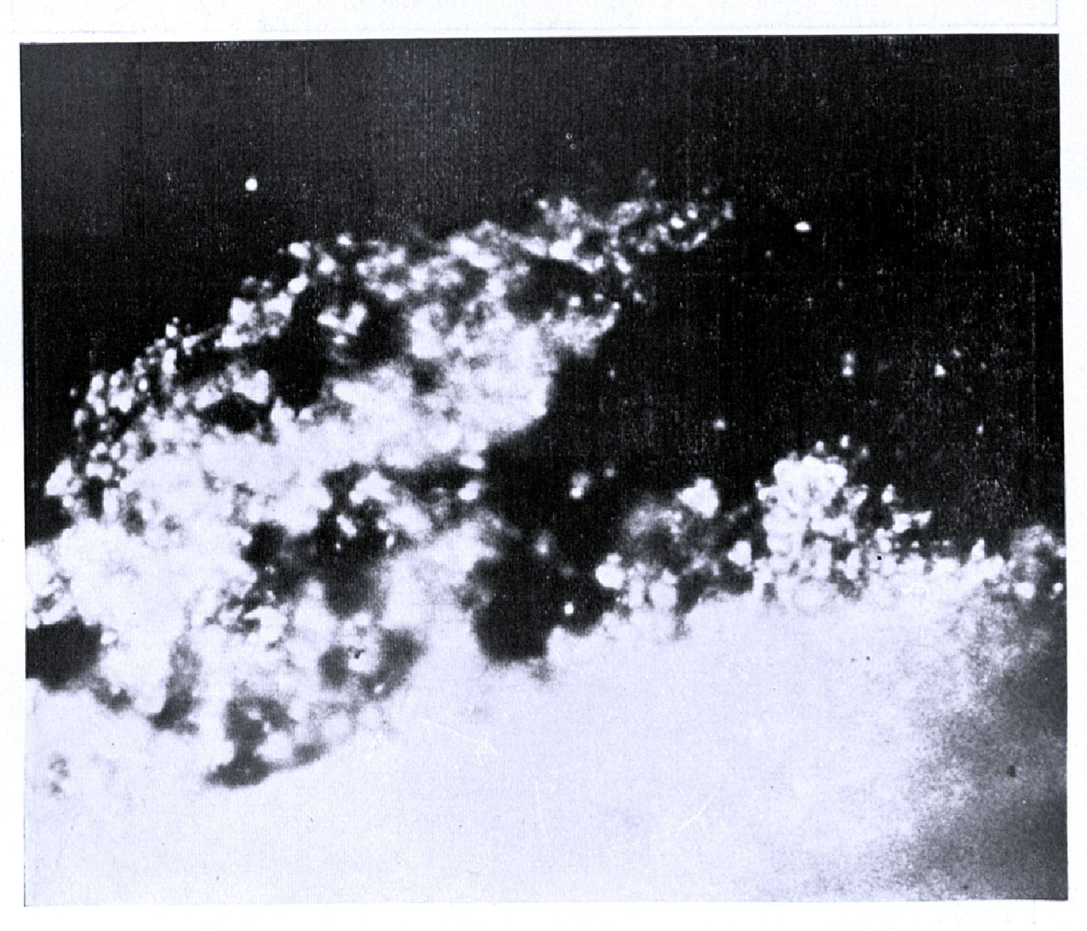
4. BEWEGTE BLASIGE ERDKRISTALLE UND ERDBIONE

Meine Beobachtungen und die sich daraus ergebenden Annahmen gerieten in einen schwer lösbaren Widerspruch zur «Keimtheorie». Ich vermied es absichtlich, mich neuerdings über die herrschenden Auffassungen von der «Entstehung des Lebens aus Lebenskeimen» zu orientieren. Völlig voraussetzungslose Arbeit war nach diesen ersten Beobachtungen noch mehr geboten als früher. Ich legte mehrere un-

Tafel XIII



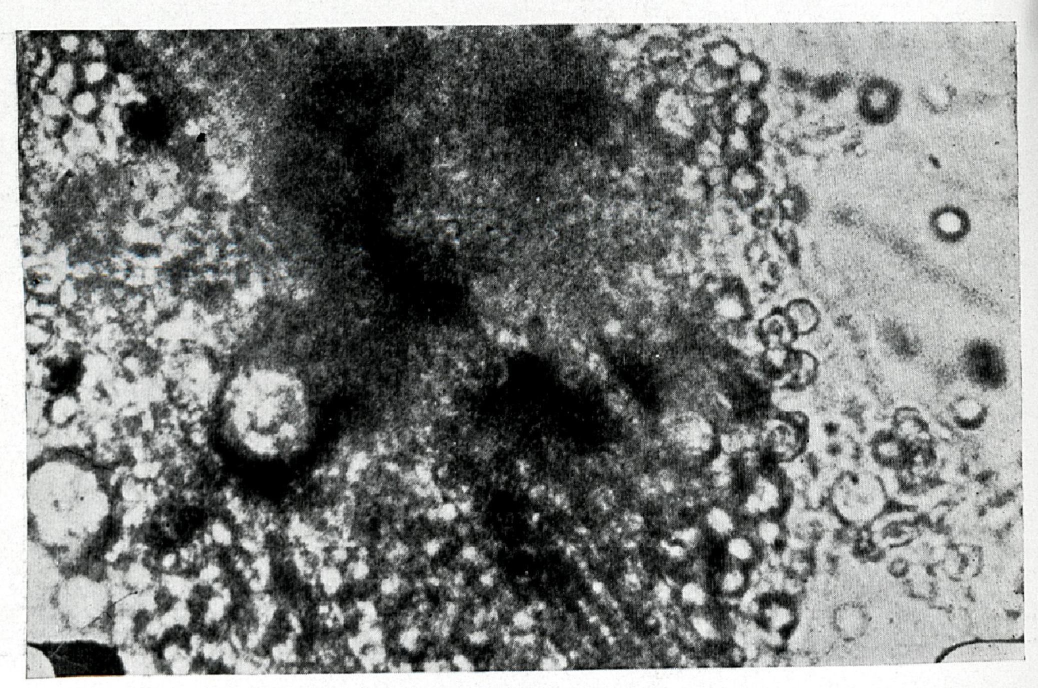
26. Moos im Beginn der Quellung
300-fach



27. Moos blasig aufgelockert
Dunkelfeld ca. 800-fach



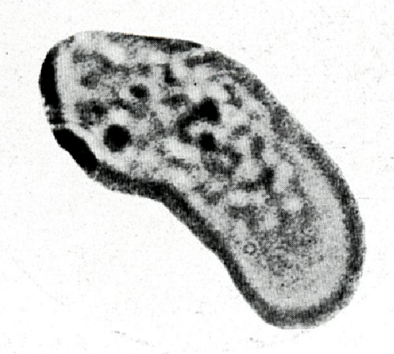
28. Eine Phase aus der Entwicklung von fliessenden Amöben. Die Blasen rechts oben sind gequollenes Moos und werden zu je einer Amöbe. Links unten ein anderes Protozoon in Bildung. 1000-fach



29. Eine reifere Phase der Amöbenbildung im selben Präparat. Die Blasen links sind im Begriff, zu zerfliessen. 1000-fach

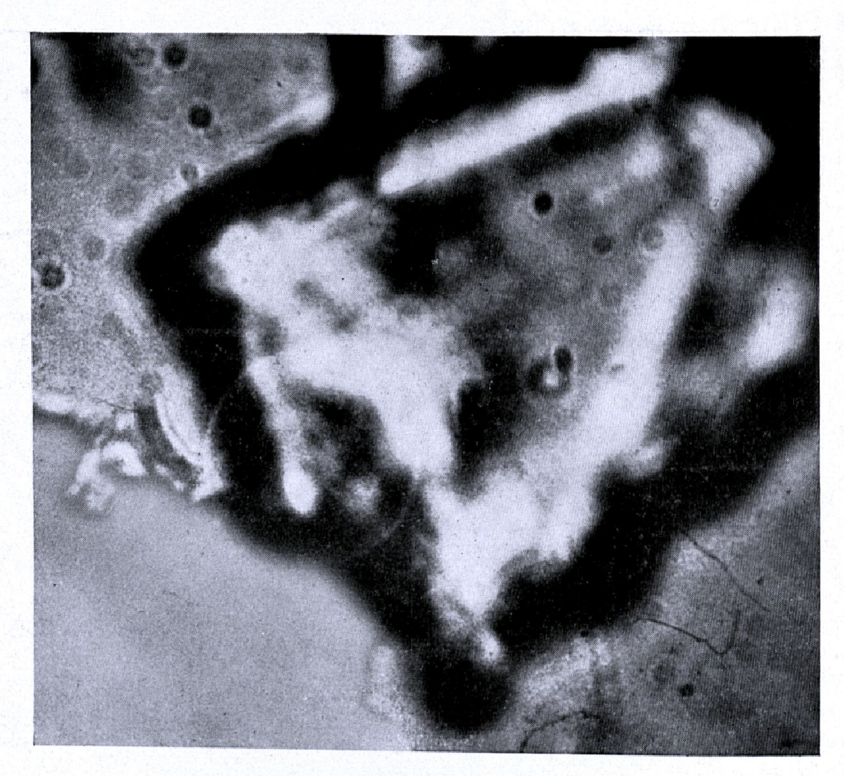
Tafel XV

30. Abwandernde fertige Amöben
Rechts oben zerfliessende Blasen
800-fach

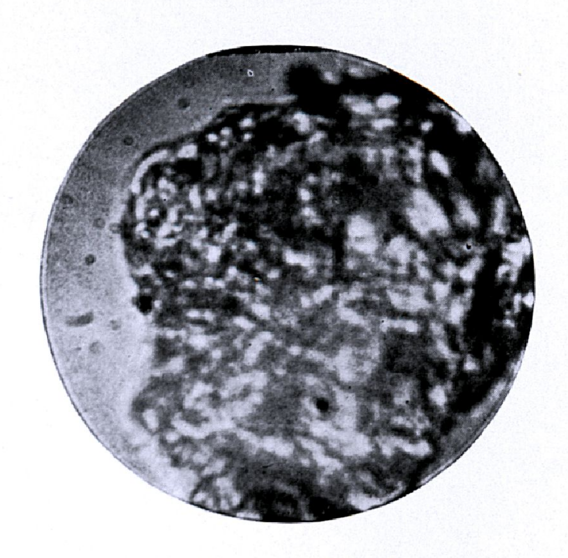


31. Blasige Struktur einer Amöbe
1500-fach

Tafel XVI



32. *Unstrukturierter Erd-Kristall*
Filmpräp. 1, 2 u. 3, 800-fach



33. *Kristall im Beginn der blasigen Strukturierung*
6 Wochen altes Präparat 1 a, 1000-fach

sterile Wasserpräparate an, um vergleichen zu können: Ein Tulpenblatt, ein Blütenblatt von einer Rose, Gras und einfache Erde. Nach drei Tagen zeigten das Tulpen- und das Rosenblatt keine Protozoen; der Grasaufguss war voll von bewegten Stäbchen, Bläschen und verschiedenen Protisten; das Erd-Wasserpräparat (Pr. 1 a) bot grosse Überraschungen.

Die mikroskopische Beobachtung sofort nach Herstellung des Aufgusses ergab scharf umrandete, unstrukturierte Kristalle, die völlig ruhig lagen (Abb. 32) Vereinzelt sah man blasige Gebilde in zittriger Bewegung zwischen den Kristallen; hier und dort bewegten sich grün leuchtende, längliche, kernlose Stäbchen langsam fort. Am dritten Tage bot das gleiche offen gebliebene Präparat ein anderes Bild. Es war voll von bewegten Gebilden, die eckig und kantig waren, sich jedoch genau so bewegten wie die Stäbchen und Bläschen. Die kleinen blasigen Gebilde hafteten oft in auffallender Weise an der Oberfläche von Stäbchen oder grösseren Gebilden. Die Gebilde hatten eine pralle, bläschenartige Form. Sehr viele hatten ihre Struktur verändert; *im Innern waren Streifen aufgetreten, die hier und dort blasig zerfallen waren.* Die blasigen Einschlüsse in den strukturierten Kristallen waren von den frei in der Flüssigkeit schwebenden und zittrig bewegten blasigen Gebilden nicht zu unterscheiden.

Am siebenten Tage waren der blasige Zerfall und die Strukturierung sehr weit fortgeschritten. Schon bei 700-facher Vergrösserung konnte man deutlich am Rande der eckigen, unregelmässigen, braungefärbten Erdklumpen scharf umrandete Vortreibungen beobachten, die wie *blasige Schläuche* aussahen und sich abwechselnd streckten und zusammenzogen; auch Beugebewegungen kamen vor. Bei 1625-facher Vergrösserung erblickte ich einen braunen Klumpen, dessen Ränder stellenweise bläschenförmig vorgetrieben waren. Er war durch eine blasig-streifig strukturierte Masse mit einem anderen Klumpen verbunden. *An der Verbindungsstelle krümmte und streckte sich der Klumpen.* Ich glaubte zunächst, dass ich mich täuschte, doch fortgesetzte genaue Beobachtung liess keinen Zweifel daran: *Der Erdklumpen bewegte sich, als ob er Gelenke hätte, dehnte sich und zog sich zusammen.*

Nach weiteren sieben Tagen war der Prozess des blasigen Zerfalls, der streifigen Strukturierung und der bläschenförmigen Auflockerung der Kristallränder bedeutend fortgeschritten. Die dem Kristallrande aufsitzenden blasigen Vortreibungen zeigten *dreierlei Bewegung:*

Drehung um die Achse;
Streckung und Kontraktion;
Krümmung.

Nennen wir die beschriebenen Neubildungen an den Kristallen «Plasmoide» (Abb. 36 u. 37)

Ich schickte einen Strom von 1 MA hindurch, den ich sehr allmählich bis auf 2 MA steigerte. Die Bewegungen nahmen deutlich zu: Die zittrige Bewegung der Bläschen wurde rascher, Streckung und Beugung deutlicher. Die Bläschen bewegten sich bei Stromschluss in der Richtung der *Kathode*. Es waren also *positiv geladene Teilchen*. Bei Stromöffnung stoppte die Bewegung prompt, ebenso wie sie bei Schliessung einsetzte. Bei Wendung des Stroms wendete prompt die Richtung in der Bewegung der Einzelgebilde. Die gequollenen Randschläuche zeigten bei längerer Stromdurchschickung ruckartige Losreissbewegungen. Nach Öffnung des Stromes dauerten diese Losreissbewegungen gelegentlich noch eine kurze Weile an. Die Verlängerung der Schläuche betrug oft das Doppelte. Wiederholte Überprüfung der elektrischen Reaktion ergab stets das gleiche Resultat. *Die elektrische Durchströmung hatte also einen noch nicht definierbaren Einfluss auf die spontane Bewegung, besonders die Streckung.*

Ich komme auf die zuletzt genannten Reaktionen später noch zurück und wende mich jetzt einigen anderen Erscheinungen zu, die ich im Verlaufe der weiteren Arbeit beobachtete.

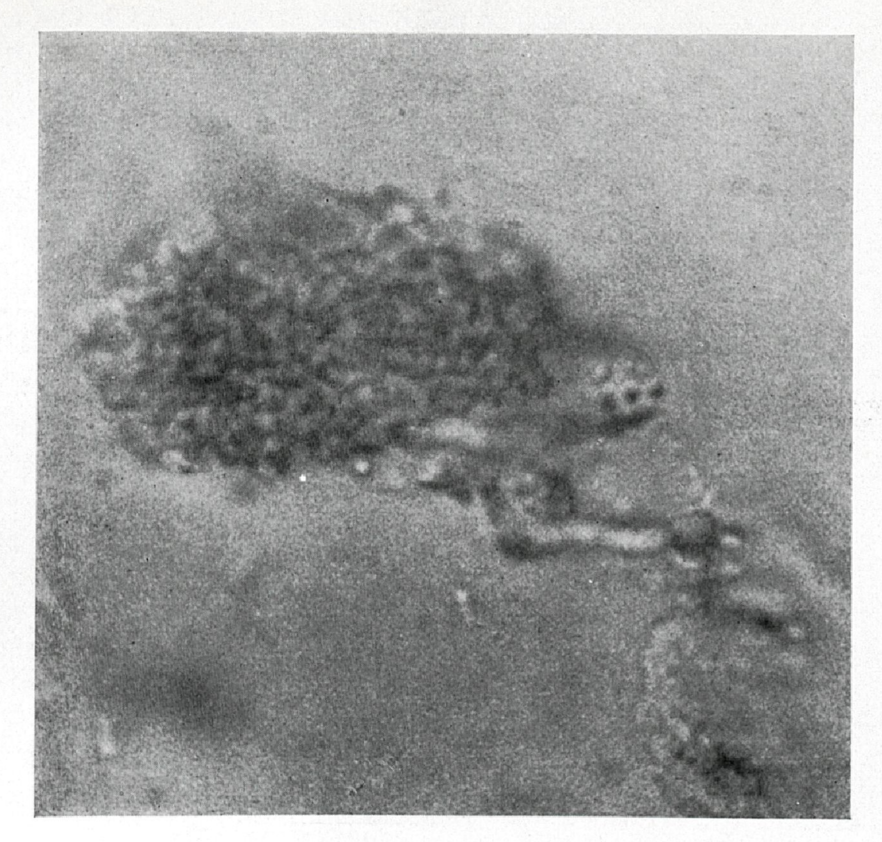
Halten wir fest, dass wir bisher zwei wahrscheinlich grundverschiedene Erscheinungen sichteten:

1.) den *blasigen Zerfall quellender Pflanzenfasern*, also *organischen Gewebes*.
2.) die *blasige Strukturierung von Erdkristallen*, also *anorganischen Stoffes;* darauf folgende Bildung von *bewegten Schläuchen und anderen bewegten Teilen*.

Von nun an versuchte ich die beiden Erscheinungen experimentell immer wieder zu reproduzieren und die Versuchsanordnungen zu komplizieren. Mir lag vor allem daran, mich zu vergewissern, ob meine Annahme richtig war, dass die Bläschen, die bei der Quellung der Substanzen entstanden, tatsächlich identisch waren mit den blasigen Gebilden innerhalb der Amöben.

Ich ersetzte von nun an das Wasser in den Präparaten durch 0,1 normal Kaliumchlorid, um die *quellende Wirkung des Kaliums* zu erproben. Es zeigte sich, dass mit Kalium-Chlorid behandelte Erde *rascher* quoll und die beschriebenen Erscheinungen *deutlicher* ausbildete; ebenso die Behandlung völlig oder halb getrockneten Grases mit Kalium-Chlorid. Bei den Graspräparaten liess sich mit Regelmässigkeit die Herstellung der blasigen und unbewegten Haufen bewerkstelligen. Das Bild der ein- und ausströmenden einzelnen Bläschen wurde immer gewohnter. Ebenso liess sich in den mit Kalium-Chlorid behandelten Erdpräparaten der fortschreitende blasige Zerfall immer wieder reproduzieren.

Es kam mir darauf an, die Bläschen, die sich beim Zerfall der Substanz bildeten, durch irgend einen Stoff künstlich zusammenzuschlies-

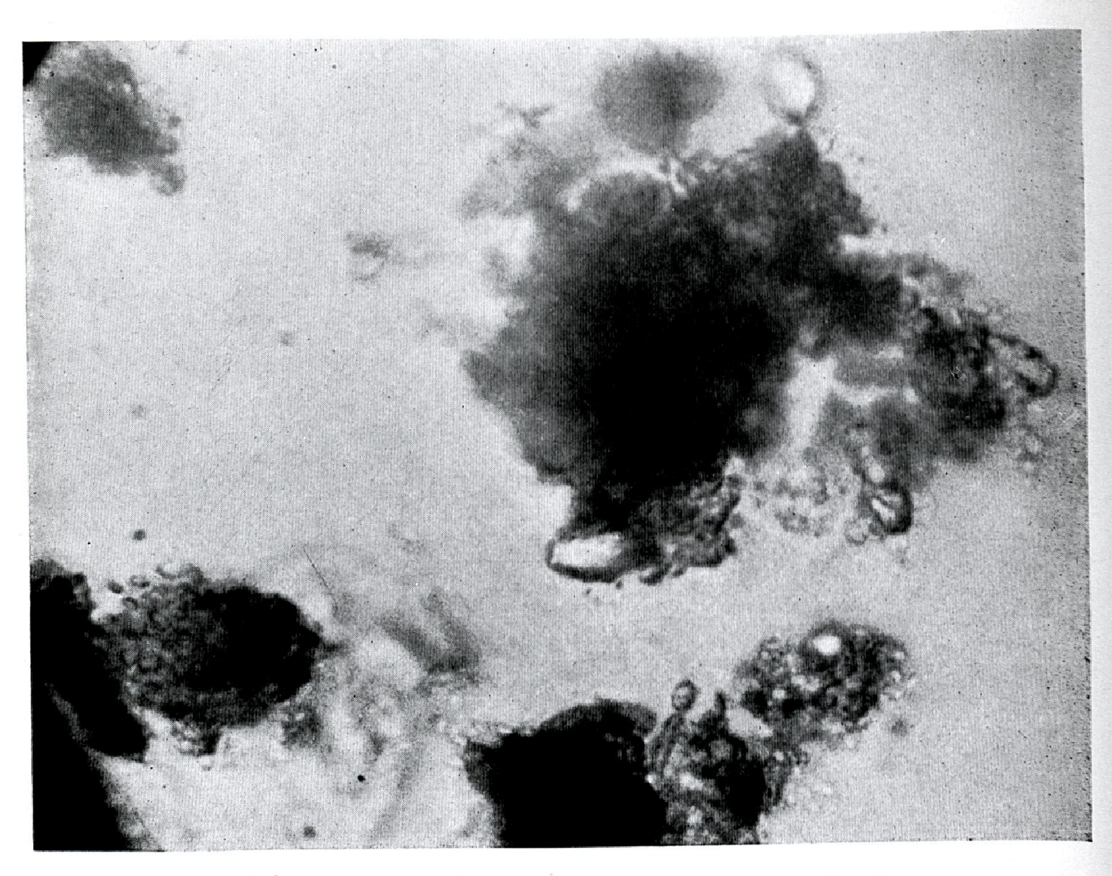


34. Kriechender blasig strukturierter Kristall

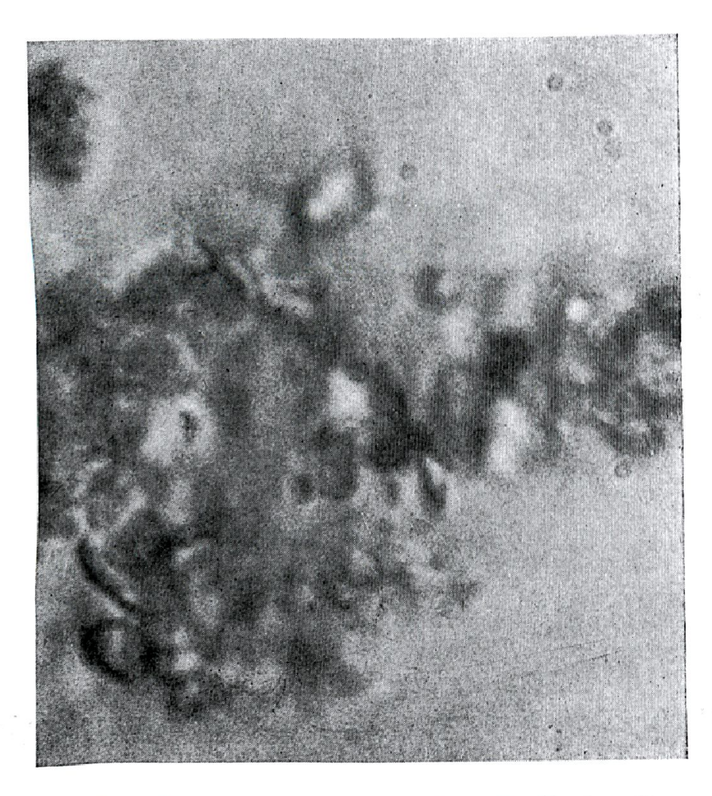


35. Bewegte Pseudo-Amöbe
Sterile Erd-Bione durch Gelatine zusammengefasst

Tafel XVIII



36. Plasmoider Erdkristall, bewegte Randteile
1650-fach



37. Plasmoider bewegter Erdkristall
2300-fach

sen. Ich setzte demzufolge den fortgeschritten zerfallenen Gras- und Erdpräparaten stark verdünnte rote Gelatine zu. Schon nach einigen Stunden, jedoch voll ausgeprägt nach etwa 1—2 Tagen, konnte man in den betreffenden Präparaten *Gebilde amöboider Art sehen, die vorher nicht drin waren und in den Präparaten ohne Gelatine sich nicht befanden.* Diese Gebilde, die ich «*Pseudo-Amöben*» nannte, krochen mit *ruckartigen* Bewegungen in *verschiedenen* Richtungen des Präparats einher. Es waren Haufen von Bläschen, an deren Rändern gelegentlich einzelne Stäbchen wie bewegte Stacheln abstanden. Die Bewegungen waren ruckartig, nicht derart organisch fliessend wie die Plasma-Strömungen echter fliessender Amöben. Neben der Ortsveränderung liessen sich bei etwa 2000-facher Vergrösserung auch Bewegung *innerhalb* der Gebilde sowie Krümmung und Streckung deutlich nachweisen. *Die Gelatine hatte also eine Reihe Bläschen, ganz der Annahme entsprechend, zu Bläschenhaufen zusammengefasst.* Dieser Bläschenhaufen bewegte sich nun *geschlossen fort.* Das nächste Problem war, wodurch diese Bewegung zustande kam. Eine *fliessende* Plasmaströmung, wie sie bei manchen Amöben zu sehen ist, konnte in diesen Präparaten nicht festgestellt werden (Abb. 35)

Auf Abbildung 34 sehen wir einen komplett blasig strukturierten Kristall, der durch einen Stiel mit einem zweiten (nur am linken Rande strukturierten) verbunden war. Dieser Kristall kroch zur Zeit der Aufnahme ganz langsam in der Pfeilrichtung dahin und zog den noch nicht völlig strukturierten Kristall hinter sich her.

Nun lag der Einwand nahe, dass die beschriebenen Pseudoamöben gar nicht Ergebnis einer künstlichen Zusammensetzung waren, sondern dass sich im ungekochten und offenstehenden Präparat «Keime von Lebewesen» eingeschlichen hätten. Um die Berechtigung dieses Einwandes zu überprüfen, ging ich nunmehr dazu über, die Präparate eine viertel bis halbe Stunde lang in verschlossenen Gläsern zu kochen.

Dieser Versuch brachte ein völlig unerwartetes Ergebnis: Es zeigte sich nämlich, dass *die gekochten Präparate sofort nach Herstellung ein weit reichhaltigeres und lebhafteres Leben zeigten als die ungekochten nach Tagen Quellung.*

In den ungekochten Präparaten waren die Bläschen einzeln verstreut, waren die unstrukturierten Kristalle in der Mehrzahl; die blasige Strukturierung der Kristalle ging *langsam* im Verlaufe von Wochen vor sich. Im Gegensatz dazu zeigten die *gekochten* Erdpräparate *sofort nach dem Kochen* eine unübersehbare Anzahl dicht angeordneter lebhafter, stetig bewegter runder, aber auch unregelmässig geformter Bläschen. Die Flüssigkeit des ungekochten Präparats blieb gewöhnlich klar und hatte einen Bodensatz. Die des gekochten Präparats war sofort *kolloid trübe.* Die elektrische Überprüfung des gekochten Präparats ergab, dass die Bläschen ebenfalls *positiv geladene*

Teilchen waren, die bei der Durchschickung von 0.5 und 1 M.A. zur Kathode wanderten. Bei späterem Zusatz verdünnter steriler Gelatine zeigte sich dasselbe Resultat wie früher bei der ungekochten Erde: *Die Zusammenfassung der einzelnen Körner-Bläschen zu bewegten amöboiden Gebilden.* Das gleiche Resultat wurde erzielt durch Kochen einer Mischung von Erde, Kalium-Chlorid und Gelatine.

Doch das Vorhandensein bewegter Gebilde in einem gekochten festgeschlossenen Präparat sofort nach dem Kochen stellte mich vor eine grosse Frage. Wie war es möglich, dass das gekochte Präparat viel mehr Leben aufwies als das ungekochte, unsterile, offene? Das schien allen Gesetzen der Sterilisation zu widersprechen. Sechs Tage nach dem Abkochen zeigte ein verschlossen gewesenes Präparat, dass die allermeisten Gebilde bei etwa 1500-facher Vergrösserung die bekannten Bewegungen aufwiesen. Es fanden sich auch plasmatische Fortsätze und Gebilde, grell aufleuchtende Stellen mit 3—4 faden- oder stäbchenförmigen Fortsätzen.

Die meisten Kristalle waren blasig durchstrukturiert. Die jeweilige Kontrolle an *ungekochten frischen* Erd-Wasser-Präparaten ergab immer wieder den gleichen Tatbestand des Mangels der blasigen Struktur, und auch bei weitem geringere Anzahl kernloser Bläschen. Ich musste es lernen, bei diesen Beobachtungen die spontane Bewegtheit gequollener Erdklumpen von der passiven Bewegung von Erdklumpen zu unterscheiden, die durch den Anstoss bewegter Gebilde zustandekommt. An der weit lebhafteren Natur der gekochten Präparate konnte ich nicht mehr zweifeln. Ebensowenig an der unvergleichlich reichhaltigeren Ausbildung der kontraktilen Schläuche und Randschwellungen.

Bei Verwendung starker Linsen mit Wasserimersion und etwa 2.300x-3000x Vergrösserung konnte ich an einzelnen Stellen der kontraktilen Gebilde deutlich *Pulsation* beobachten. Feste kristallinische Gebilde mit strukturierten Rändern, die miteinander wie durch eine gelatinöse Masse verbunden schienen, suchten «sich zu befreien». Bei manchen Gebilden überraschten, allerdings nur bei allerschärfster Vergrösserung, innerhalb der gelartigen Masse grüne, aufleuchtende, stark bewegte Gebilde, die sich in nichts von den in der Flüssigkeit frei herumschwebenden grün aufleuchtenden, mit einem Kern versehenen Stäbchen unterschieden. Es drängte sich die Annahme auf, dass die Erdklumpen aufquollen und *in einzelnen Teilen* sich zu Bläschen bzw. Stäbchen formierten; es hängt von noch unbekannten Faktoren ab, ob diese gequollenen Einheiten innerhalb des Kristalls verbleiben oder sich daraus befreien und frei in der Flüssigkeit herumtreiben. Auch diese Präparate zeigten bei Stromdurchschickung von ½ bis 1 MA. die bereits bekannten Phänomene der blasigen Vortreibungen, die Verstärkung der zittrigen Bewegung der Bläschen gegeneinander, die Kathodenwanderung etc.

So wurde mir immer klarer: *Je blasiger die Struktur eines derartigen Kristalls ist, desto beweglicher wird er.* Ich musste, um mir die weitere Arbeit zu sichern, annehmen, dass die bläschenförmigen Teilchen *gequollene, elektrisch hochgeladene Substanz-Einheiten* sind, die durch eine gel-artige Substanz zusammengehalten werden und sich innerhalb der amöboiden Gebilde ebenso bewegen, wie sonst einzeln im Freien als kernlose Einzelbläschen.

Wiederholte Kontrollen mit verschiedenen Versuchen an gekochter Erde ergaben immer wieder das gleiche Resultat: Bewegte Bläschen, kernhaltige und kernlose Gebilde, Pseudoamöben und Teilungen.

Um zu kontrollieren, ob nicht doch diese Erscheinungen auf eine Unkorrektkeit des Präparats zurückgingen, legte ich Kontrollpräparate von ungekochter Erde an und ebenso Baum- und Tulpenblätter usw., die ich *offen liess.* Es zeigte sich immer wieder das bereits genannte Resultat, dass *die unsterilen Präparate weit weniger Bläschen aufwiesen, als die gekochten, und dass die Bildung bewegter oder blasig zerfallener Randschichten sich viel schwieriger vollzog als die bei gekochten Präparaten.*

Nun entstand die Frage, ob diese Gebilde, wenn sie wirklich lebende Substanz darstellen sollten, ausser der Bewegung, Kontraktion und Expansion auch noch andere bekannte Eigenschaften zeigen, etwa Zellteilung. Ich begann die Erde-Kaliumchlorid-Gelatine-Präparate daraufhin genau zu studieren. Sehr bald konnte ich nach stundenlanger Fixierung ein und desselben Feldes bezw. ein und desselben Gebildes *Teilungen der Pseudoamöben* beobachten.

Je vertrauter ich mit den Präparaten wurde, desto mehr gewann die Ansicht an Wahrscheinlichkeit, dass es sich um Lebewesen handelte, denen aber sozusagen die Komplettheit fehlte; so z. B. waren die Bewegungen der Pseudoamöben wie abgehackt, träge, zittrig ohne innere Strömung: «mechanisch». Die Gebilde mussten *Vorstufen von Lebendigem* sein. Ich nannte sie zunächst für den Privatgebrauch *Bione.* Konnte sich aus diesen Bionen volles Leben entwickeln?

Es war nur erfreulich, neben der Teilung auch die Funktion des «Fressens» festzustellen. Ich konnte beobachten, dass ein *derartiger pseudoamöboider Bläschenhaufen Einzelbläschen, die frei bewegt herumschwammen, in sich aufnahm.* Ich musste mich dabei von einer Vorstellung befreien, die mit dem Worte «Fressen» irrtümlicherweise verbunden ist. Wir begehen zweifellos bei der Beschreibung protozoaler Gebilde den Fehler, uns anthropomorpher Ausdrücke zu bedienen. Wenn wir «Fressen» sagen, so denken wir unwillkürlich mit, dass hier ein «vernünftiges» Lebewesen sich aus seiner Umgebung etwas «einverleibt, um sein Leben zu erhalten». Erst nachdem ich mich von diesem Fehldenken frei machte, konnte ich die Erscheinung des «Fressens» den übrigen Beobachtungen verständlich einord-

nen: Zunächst schien es unabweislich, dass, ebenso wie sich der Körper der Vielzeller aus Einzelzellen zusammensetzt, *die Zellen, die ich vor mir hatte, sich aus Bläschen und Stäbchen zusammensetzen*. Damit geriet die Auffassung in Widerspruch, dass die Zellen die letzte Einheit der lebendigen Substanz sind; denn dann wären nicht die Zellen, sondern die Bläschen die biologische Einheit und die Zellen bereits komplizierte Gebilde. Doch diese Bläschen und Stäbchen waren, wie die elektrische Reaktion zeigte, hochgeladene, prall gespannte Gebilde. Es lag also nahe, anzunehmen, dass ein Bläschenhaufen seinen *«Fressakt» in der Weise ausführt, dass er einzelne, frei herumschwebende und ebenfalls elektrisch geladene Bläschen anzieht und dem Haufen, den er bildet, einordnet.* Genau so wie bei den zuckenden Protozoen.

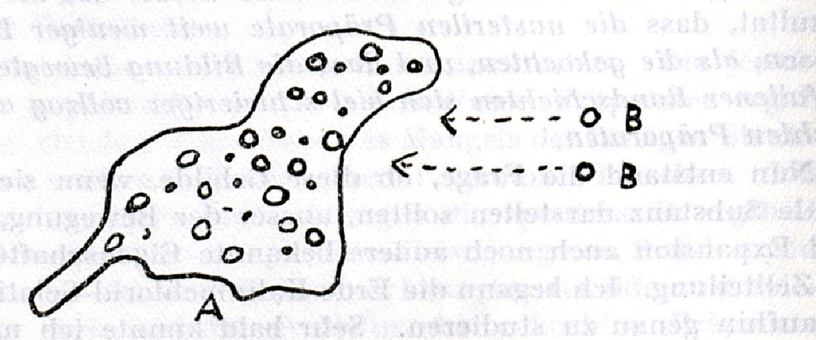


Illustration des «Fressaktes»
gezeichnet nach dem Leben

Die Amöbe A bewegte sich nicht auf die Bione B hin zu, sondern die Bione bewegten sich von einer bestimmten Entfernung ab rasch auf die Amöbe hin zu und verschwanden in deren Innern (vgl. die Pfeilrichtung).

Das war nur eine Annahme, die sich mir aufdrängte. Ich hätte eine ebenso brauchbare andere gern akzeptiert. Am wichtigsten schien mir in diesem Stadium der Arbeit die weitere Entwicklung der Experimente und deren Kontrolle. Immer wieder drängte sich die *Frage* auf, *wie es denn möglich war, dass gekochte Substanzen mehr Leben aufwiesen als ungekocht unsterile.* Ursprünglich glaubte ich, dass die rasche zittrige Bewegung der Bläschen nach dem Kochen Wärmeerscheinungen waren; doch einige Versuche mit Durchschickung elektrischen Stroms zeigten mir, dass diese Bewegung elektrischer Natur war; denn auch diese zittrige Bewegung verstärkte sich bei der Durchschickung des Stroms. Mit dem Problem, ob es sich hier um richtige Bakterien bezw. Kokken handelte, oder ob es andersartige Gebilde waren, *die durch das Kochen entstanden waren,* wollte ich mich noch nicht befassen. Wenn es gelungen war, aus gekochter Erde, Gelatine

und Kalium-Chlorid Pseudoamöben zusammenzusetzen, dann musste sich eine weitere Kontrolle mit anderen Substanzen durchführen lassen. Es musste, so lautete meine Annahme, Substanzen geben, die den «unfertigen» Charakter aus den Gebilden beseitigten.

Später ging ich dazu über, die Erde in Kalium-Chlorid bei 120° zu autoklavieren. Das Ergebnis war um vieles besser als bei der nur (bei 180°) gekochten Kohle. Es gab nur mehr wenig unstrukturierte Kristalle und fast ausschliesslich bewegte Bläschen und Bläschenhaufen. Ich komme darauf noch bei Darstellung der Kulturversuche zurück.

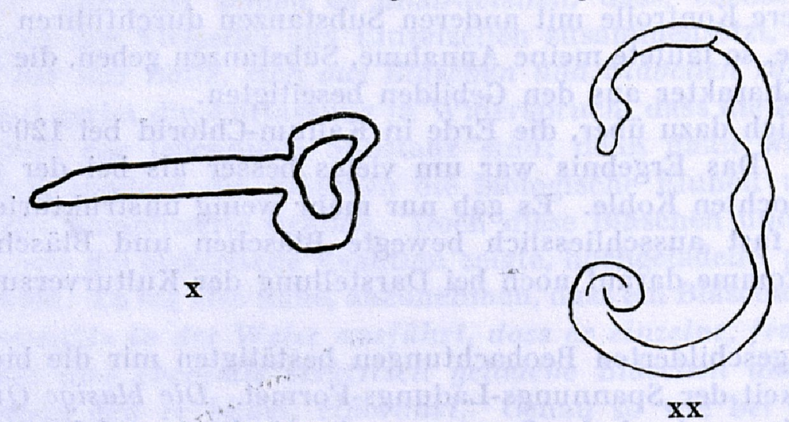
Die bisher geschilderten Beobachtungen bestätigten mir die biologische Richtigkeit der Spannungs-Ladungs-Formel. *Die blasige Quellung stellte die mechanische Spannung, das Auftreten elektrischer Positivität bezw. Negativität an den Einzelbläschen die elektrische Ladung dar.* Doch das meiste blieb noch im Dunkeln.

5. EIWEISS-PRÄPARATE (PRÄP. 6)

Auf Grund der Spannungs-Ladungs-Formel waren zur Vervollständigung der Funktion der Gebilde Substanzen notwendig, die die Eigenschaften der Quellung hatten. Da nach anderweitig durchgeführten Versuchen Lezithin wie Kalium und Cholesterin wie Calcium wirken, die ersten *quellend*, die letzten *entquellend*, ging ich dazu über, den Erdpräparaten Lezithin und Cholesterin hinzuzusetzen. Das Ergebnis war dies: Neben den bereits beschriebenen Erscheinungen gab es einige weitere, die vorher nicht gesichtet waren. Zunächst fiel auf, dass das Präparat voll war von schlauchartigen, regelmässig geformten Gebilden, die ihre Form langsam veränderten (Abb. 38, 39 u. 40).

Kontrollversuche durch gleichartige Behandlung jedes Stoffes für sich zeigten sehr bald, dass diese Gebilde dem Lezithin zuzuschreiben waren. Sie hatten folgende Eigenschaften: Die schlauchartigen, oft regelmässig eingeschnürten Gebilde wurden länger und dicker, bogen sich, veränderten ihre Lage und zeigten insbesondere Sprossungen; d. h. an einzelnen Stellen wuchs aus dem Schlauch ein anderer hervor, der sich wieder verzweigte etc. Wenn ich *Lezithin nur mit KCl* versetzte, erhielt ich ganz die gleichen Gebilde. Sie zeigten *keine organische Bewegung.* Das «Wachsen» und das Sprossen, das ich beobachtete, glaubte ich der Aufnahme von Flüssigkeit, wie in einen Sack, zuschreiben zu dürfen. Es hörte nach etwa 48 Stunden auf. Doch das *Lezithin hatte zweifellos die Fähigkeit, Formen zu bilden.* Die Bewegung dieses Wachsens und Sprossens war grundverschieden von der der Pseudoamöben.

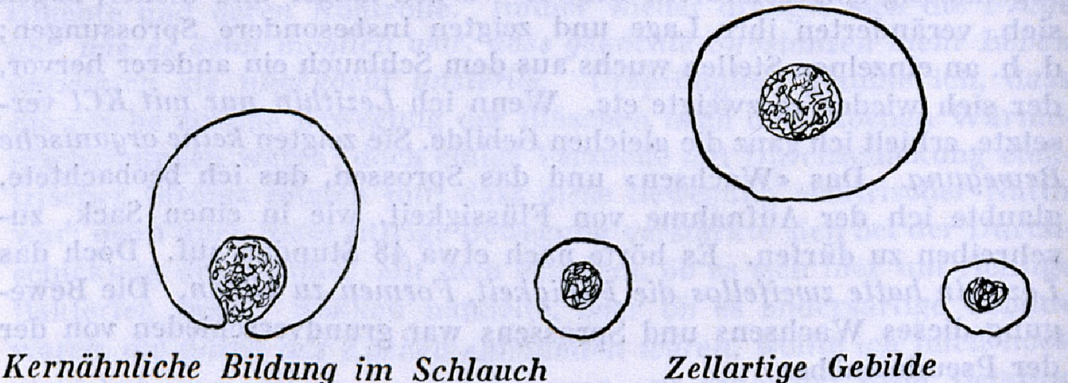
Lezithingebilde (gezeichnet)



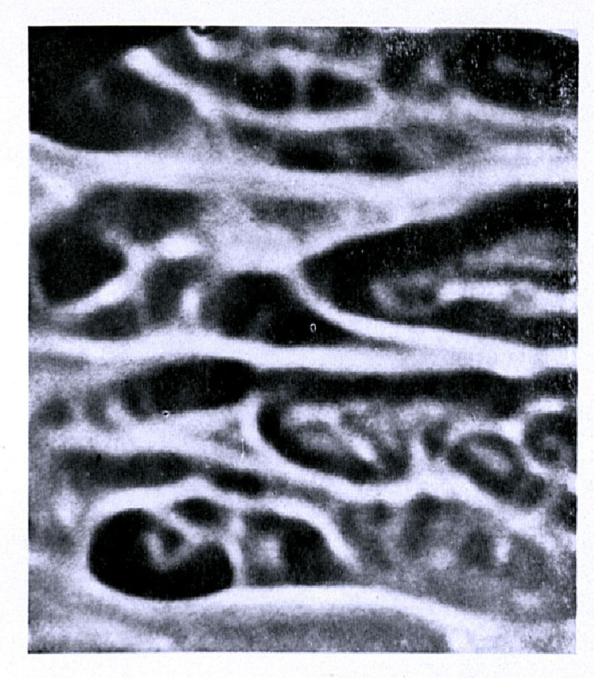
x sich streckender Schlauch.
xx grünlich auffleuchtendes Bläschen, das sich streckt und zusammenzieht. Bei Stromdurchschickung Streckung zur Anode hin.

Ich setzte nun dem Erd-Lezithin-Präparat Hühner-Eiweiss zu. Das Ergebnis übertraf alle Erwartungen. In ungekochten Präparaten bildeten sich nach wenigen Minuten runde Zellen, die mit dunklen Kernen versehen waren und eine häufige, rasch aufeinanderfolgende Teilung aufwiesen. Entweder teilten sich die Zellen durch Einschnürung in der Mitte, wobei der Kern sich ebenfalls teilte, oder aber aus einer solchen Zelle wuchs durch Sprossung eine kleinere hervor, die sich dann von der grösseren lostrennte. Dabei waren an einzelnen Stellen deutliche Losreiss-Bewegungen zu beobachten. Das, was ich hier knapp zu schildern versuche, erschloss sich in Wirklichkeit nur langer mühevoller Beobachtung. In dem Masse, in dem ich es lernte, die Erscheinungen zu beobachten und zu verfolgen, gewannen sie an Gesetzmässigkeit wie ich an Sicherheit in ihrer Diagnostizierung. Bei Eiweiss-Zusatz bildeten sich also richtige Zellen. *Diese Zellenbildung blieb aus, wenn Lezithin und Cholesterin nicht zugesetzt wurden; dann sah man nämlich im Präparat nur Haufen flockigen Eiweisses, wie man es auch beobachten kann, wenn man Eiweiss ungekocht unters Mikroskop legt. Ebensowenig ergab Lezithin allein mit Wasser bewegte Zellen.*

Zellähnliche Gebilde bei Zusatz von Hühnereiweiss



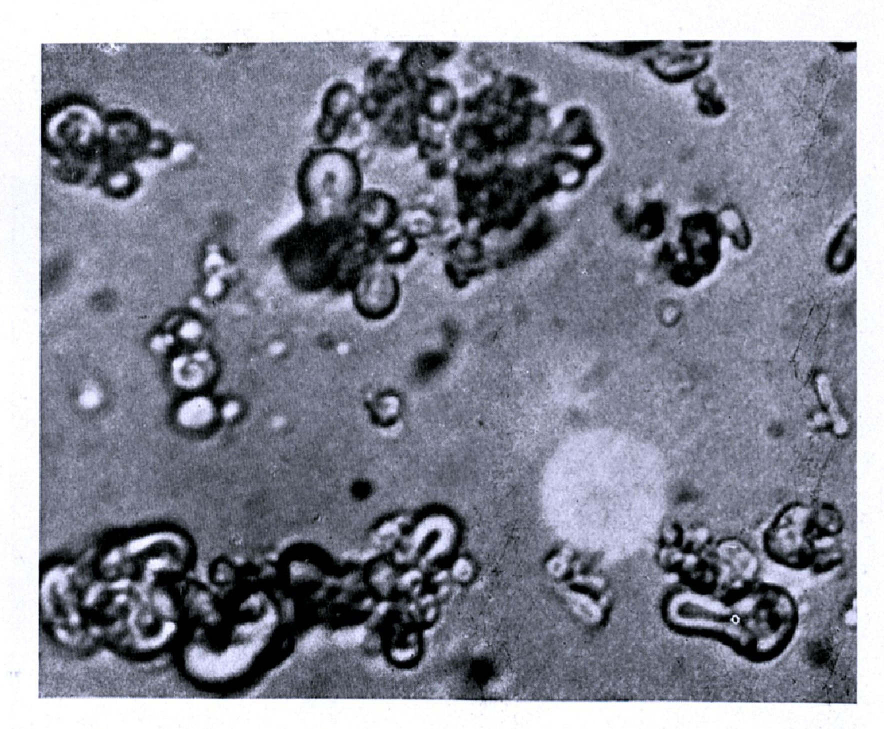
Kernähnliche Bildung im Schlauch *Zellartige Gebilde*



38. Lezithin, trocken aufs Deckglas verrieben 400-fach



39. Cholesterin-Kristalle 400-fach

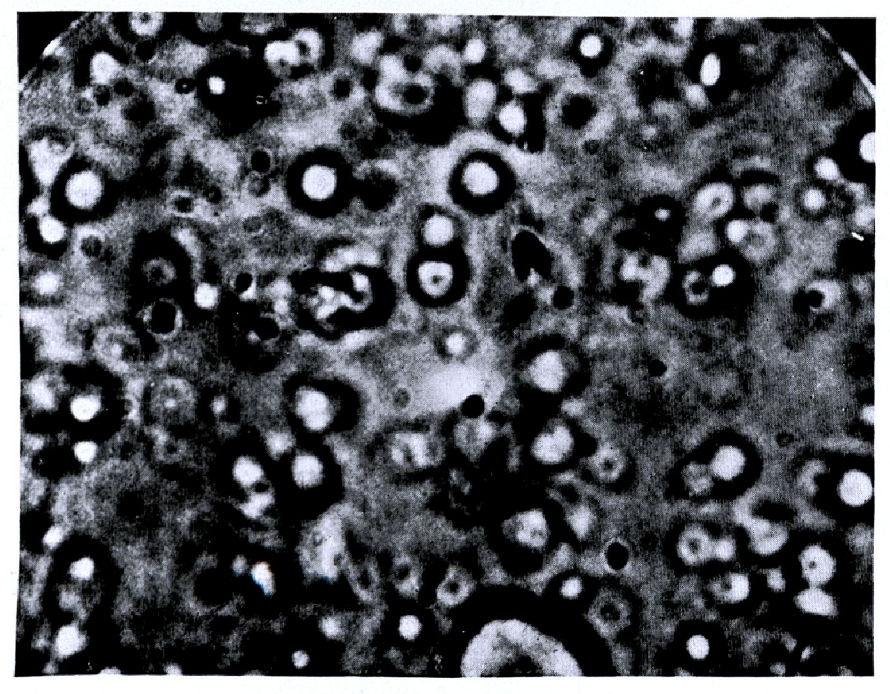


40. Lezithinschläuche, Lezithin in 0,1 n Kalium-Chlorid 1200-fach

Tafel XX



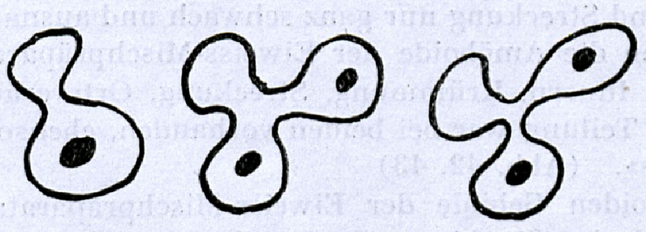
41. Bione sofort nach Herstellung
+ = durch Zusatz von Kohle hervorgerufene Gebilde
Bion-Präp. 6 b, 1000-fach



42. Frische sterile Bione, Bion-Präp. 6c
Filmpräp. 6, 2000-fach



Zellveränderungen



Sprossungen

Auch bei diesen Eiweiss-Mischpräparaten zeigte es sich, dass die ungekochten Präparate viel langsamer und nicht derart reichhaltig zur Ausbildung bewegter Substanz kamen wie die gekochten. Die letzten waren auch äusserlich von den ungekochten durch die kolloide Trübheit der Flüssigkeit zu unterscheiden.

Die ungekochten Präparate waren weit weniger trübe und zeigten mehr Bodensatz. Die kolloiden Teilchen, die sich beim Kochen bildeten, waren also in Suspension, was nach allem bisherigen Wissen ihrer elektrischen Ladung zuzuschreiben ist. Ich liess die Präparate wochenlang stehen und konnte feststellen, dass die Vermehrung der Einzelgebilde eine ungeheure war. Doch von einem bestimmten Zeitpunkt ab, nach Ablauf von etwa 6—8 Wochen, begann die Flüssigkeit wieder klar zu werden und die Teilchen sanken zu Boden, wo sie eine dicke weissliche Schicht bildeten. Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass mit dem Aufhören der Suspension des Kolloids auch die Beweglichkeit und die elektrische Reaktion aufgehört hatten. Die Gebilde waren «tot». Ich möchte kurz wiederholen:

Lezithin mit Kalium Chlorid allein gibt keine Zellen, sondern nur regelmässig geformte Schläuche verschiedenster Art. Es gibt auch keine organische Bewegung, sondern nur ein Wachsen und Sprossen, offenbar auf Grund von Flüssigkeitsaufnahme. Eiweiss allein mit KCl versetzt ergibt keine Zellenbildung. Dagegen ergibt Eiweiss plus Lezithin plus KCl plus Cholesterin Zellenbildung.

Ich komplizierte den Versuch dadurch, dass ich nun auch Gelatine hinzufügte. Ich hatte also jetzt beisammen: *Eiweiss, Erde, Lezithin, Cholesterin, Gelatine und Kalium-Chlorid.* Der Zusatz der Gelatine bewirkte, dass sofort nach dem Kochen plasmoide blasige Gebilde zu sichten waren, die sich lebhaft bewegten und im Gegensatz zu den früher beschriebenen Pseudoamöben der Erdpräparate eine *weit feinere Struktur* und eine weit *organischere vegetative Bewegung aufwiesen.* Sie war nicht mehr ruckartig, nicht mehr wie mechanisch,

sondern organisch stetig. (Abb. 41) Die amöboiden Gebilde, die ich derart erzielte, waren umso vollständiger, je länger gekocht das Präparat war; sie waren mit weit mehr Funktionen ausgestattet als die gekochten Erdpräparate. Während die Pseudoamöben der Erdpräparate sich nur von der Stelle weg bewegten, keine oder nur geringe Bewegung der Teilchen innerhalb der Gebilde aufwiesen, Strömung, Krümmung und Streckung nur ganz schwach und ausnahmsweise vorkamen, zeigten die Amöboide der Eiweiss-Mischpräparate Strömung, Bewegung im Innern, Krümmung, Streckung, Ortsveränderung. Die Funktion der Teilung war bei beiden vorhanden, ebenso die Funktion des «Fressens». (Abb. 42, 43)

Die amöboiden Gebilde der Eiweiss-Mischpräparate wiesen eine weit feinere blasige Struktur auf. Daneben konnte man nach einigen Tagen Gebilde sehen, die homogenes Plasma hatten und eine fliessende Pseudopodien-Bewegung. *Kontraktion, Expansion, Teilung, Sprossung, «Fressen», Fortbewegung waren* also vorhanden. Es blieb die Frage nach dem *Stoffwechsel, der Kulturbildung, der Färbbarkeit und der bakteriologischen Natur* der erzeugten Gebilde.

Als wesentlichen Beweis für die Möglichkeit, Lebendiges aus Leblosem zusammenzusetzen, muss man die Tatsache fassen, dass bei Verwendung verschiedener Stoffe, bei Zusatz oder Weglassung des einen oder anderen Stoffes sich die biologische Natur, die Struktur und Aktivität der bewegten Gebilde verändern.

Es bedarf keiner genauen verhältnismässigen Mischung der Stoffe. Es ist, als ob sich die Gebilde nach einer noch unbekannten Gesetzmässigkeit bildeten; als ob die Relation der Stoffe, die sich zu bewegtem Leben, zu bewegten Formen zusammensetzen, durch ein *sich selbst steuerndes Prinzip* gegeben wäre. Da liegt alles im Dunkeln.

In der weiteren Folge der Arbeit fügte ich der Bionmischung noch Fleischbouillon, etwas Milch und Eidotter als Nährsubstanz hinzu. Ferner Kohlenstoff in verschiedener Weise: fein zerriebene Kohle trokken sterilisiert; Kohlenstaub in KCl autoklaviert; geglühten Kohlenstaub, trocken oder in Bouillon-KCl; schliesslich trocken sterilisierten oder geglühten Russ. Die besten Resultate ergaben sich durch Beifügung von Russ; es entstanden sehr kleine, aber ausserordentlich bewegte Amöboide feiner Struktur. Die Bion-Mischung 6 wird nun in verschiedener Weise hergestellt:

6a: Unsterile Mischung;
6ab u. 6ac: Die unsterile Mischung wird gekocht (100°, ½ Stunde) oder autoklaviert (120°, ½—1 Stunde);
6c: Die Stoffe werden vorher sterilisiert;
6cb: Die steril hergestellte Mischung wird nachher gekocht;
6cc: Die sterile Mischung wird nochmals autoklaviert;
6ccc: Die sterile Mischung wird zwei Mal autoklaviert.

Die besten Kultur-Resultate gibt die 6cc Mischung. Geimpft wird zum ersten Male nach 3—4 Tagen.

Kann man hier von *Erzeugung künstlichen Lebens* sprechen? Die Eitelkeit möchte die Frage bejahen. Doch die korrekte Überlegung sagt *nein!* Wäre das Lebendige ein vom Nichtlebenden völlig abgetrenntes, eigenes metaphysisch gegebenes Gebiet, dann hätte ich das Recht zu sagen, dass ich «künstliches Leben» erzeuge. Doch meine Versuche zeigten mir, dass es *Entwicklungsstufen* vom Leblosen, Unbewegten zum Lebendigen gibt, dass in der Natur, vermutlich, stündlich, minütlich der Werdeprozess des Lebens aus Anorganischem vor sich geht. In diesem Fall kann man von künstlichem Leben schwer sprechen. *Es gelang mir bloss, den Entwicklungsprozess des Lebens experimentell aufzudecken.* Vielleicht entstand dabei auch eine neue Art von Lebewesen auf künstliche Weise.

Am 8.1.1937 sandte ich an Professor du Teil folgenden Bericht:

Einer ausführlichen Darlegung vorgreifend, möchte ich zunächst über einen Kochversuch auf Grund der Spannungs-Ladungs-Formel Bericht erstatten. Ich gebe hier nur die Durchführung des Versuchs und das Ergebnis bekannt. Am Institut für sexualökonomische Forschung wird jetzt ein Film hergestellt, der den Eindruck leicht vermitteln wird. Desgleichen werden Proben des kolloidalen Präparats verschickt werden.

Die Formel: *Mechanische Spannung — Elektrische Ladung — Elektrische Entladung — Mechanische Entspannung*[1]), musste zur Grundlegung weiterer Versuche wie auch auf Grund zahlreicher bereits vorliegender Befunde als identisch mit der *Formel des vegetativen Funktionierens überhaupt* aufgefasst werden. Zur Überprüfung der Formel ist folgender Versuch durchzuführen.

Ich stelle — im gegenwärtigen Stand der Versuchsfolge — zunächst eine Mischung von je 100 ccm steriler *Ringer*scher Lösung und 0,1 normal *Kaliumchloridlösung* her. Dieser Mischung wird *rote Gelatine*auflösung zugesetzt, bis sie eine schwach rosarote Färbung annimmt. In diese Mischung kommt eine Pinzettspitze voll *Kohlenstaubs* und ebensoviel *Cholesterinkristalls* hinzu. Der Gesamtversuch beruht auf dem Prinzip, diejenigen Substanzen, die zum Zellaufbau nötig sind, in bestimmter Reihenfolge zusammenzubringen.

Lösen wir nun einen Teelöffel frischen, klaren *Hühnereiweisses* in etwa 50 ccm steriler Kaliumchorid-Lösung auf und fügen beides dem bisherigen Gemisch hinzu. Das Eiweiss löst sich nach kurzem Verrühren auf. Das mikroskopische Bild zeigt keinerlei

[1]) Vergl. «Der Urgegensatz des vegetativen Lebens», 1934
« «Die elektrische Funktion von Sexualität und Angst», 1937, beide Sexpol-Verlag, Oslo

Formbildung, Bewegung oder plasmatische Struktur. Wir sehen auch bei starken Vergrösserungen (1000x) nur die typischen unbewegten Kohle- und Cholesterin-Kristalle.

Wir fügen nunmehr noch etwa 1—2 ccm Milch und etwas Eidotter hinzu. Das letzte trübt das Gemisch, das vorher klar war.

Nun wird eine *zweite Lösung* hergestellt: *Lezithin in Salbenform* wird in *KCl-Lösung verrieben.* Im Mikroskop sehen wir bei etwa 5—900x Vergrösserung eigenartige Gebilde entstehen und wachsen: *Schläuche*, die quellen, sprossen, sich krümmen. Im Innern der Schläuche sehen wir keinerlei Struktur. Doch gelegentlich finden sich geformte Bläschenhaufen. Organische Bewegung fehlt. Es sind rein physikalische Quellungserscheinungen mit Veränderung des Verhältnisses von Binnendruck und Oberflächenspannung.

Fügen wir nun die Lezithinauflösung dem ersten Gemisch hinzu, so tritt *sofort* eine gelblich-graue *fortschreitende* Trübung auf. Im Mikroskop bietet sich das überraschende Bild bewegten Lebens: Zittrige *Fortbewegung von der Stelle, Sprossungen, Teilungen zellartiger Gebilde, ruckartiges bis fliessendes Kriechen.* Die organische Art der Beweglichkeit ist erst ab 1500x, *am besten jedoch bei 2300*x-*3000*x *binokularer Beobachtung zu sehen.* Bei dauernder Fixierung eines Gebildes sieht man bei etwa 3000-facher Vergrösserung hell aufleuchtende, bläschenförmige Kerngebilde, die ihre Form verändern. Man kann im wesentlichen vier Gruppen von lebhaft bewegten Gebilden unterscheiden: runde kernartige *Bläschen, Stäbchen,* lokal bewegte jedoch nicht in sich bewegte runde, *mit Kernen versehene zellartige Gebilde* und schliesslich *amöboide Gebilde.* Diese letzten sind besonders interessant, denn sie zeigen bei etwa 3000-3500-facher Vergrösserung Kontraktions- und Expansionsbewegungen innerhalb des Körpers. Ihr Herumkriechen ist schon bei 2000-facher Vergrösserung unzweideutig festzustellen.

Die so entstandenen Gebilde sind, zumindest nach den bisherigen Untersuchungen, *elektrisch negativ geladene Körper;* sie wandern zur Anode. Lässt man das kolloidale Gemisch 6—8 Wochen stehen, so entsteht ein dicker Bodensatz; die Flüssigkeit wird immer klarer. Untersucht man den Bodensatz bei den früher angegebenen Vergrösserungen, so zeigt sich, dass die Beweglichkeit der beschriebenen Art verloren gegangen ist, die Gebilde sind «tot». Über die durchgeführten Kontrollversuche wird in der ausführlichen Darstellung Bericht erstattet werden. Gegenwärtig wird an Untersuchungen des Stoffwechsels und der Farbempfindlichkeit gearbeitet. Sichergestellt ist, *dass die Gebilde kultivierbar sind.* Kocht man nämlich das Gemisch soweit aus, dass keine Flüssigkeit sich mehr vorfindet und die Substanz ausgefällt ist, so ergeben sich bei Impfung dieses ausgekochten Restes mit sterilem, kolloidalem Gemisch Aufwüchse, die bisher bis zur fünften Generation fortgezüchtet wurden.

Im Tierversuch erwiesen sich die Gebilde, wenn steril gehalten, bei Mäusen und Meerschweinchen subkutan injiziert unschädlich.

Die Frage, ob es sich um komplette lebende Gebilde handelt, kann nur im Zusammenhang mit andern Versuchen, über die noch berichtet werden wird, und erst nach Durchführung sämtlicher Proben und Kontrollen bestimmt beantwortet werden. Der beschriebene Versuch wurde filmatisch festgehalten.

Die künstlichen, lebensähnlichen Gebilde erhielten den Namen «*Bione*».

III. KAPITEL

DIE KULTIVIERBARKEIT DER BIONE (PR. 6)

Die Bione sind Vorstufen des Lebendigen, Gebilde des Übergangs vom Anorganischen, Unbewegten zum Organischen, Bewegten und Kultivierbaren. Um die Bione fortzuentwickeln, mag es sich nun um Erd-, Kohle-, Tiergewebs-, Moos- oder Bione aus Mischungen handeln, bedarf es sehr sorgfältiger Beobachtungen, um die Bedingungen festzustellen, die sie über die Grenze der Kultivierbarkeit bringen. Dass die Bione Vorstufen und nicht «*fertiges*» Leben darstellen, wurde erst durch die Schwierigkeiten klar, die sich den Kultivierungsversuchen entgegenstellten. Dabei entscheiden sowohl die Stoffzusammensetzung der Bione wie die Nährstoffe in den Kulturböden.[1]

In meinem Laboratorium werden seit Herbst 1936 in jeder Woche durchschnittlich 2—3 Mal frische Bion-Präparate (6) hergestellt. Am 1.I.1937 wurde eine frische, eine Stunde lang gekochte Bionmischung auf einen Nährboden geimpft. Dieser Nährboden a) bestand aus dem trockenen Rückstand, der sich durch völliges Auskochen der Bionen-

---

[1]) *Nährboden c).* Ringerlösung und KCl werden gemischt, dann etwas rote Gelatine hinzugesetzt, bis die Flüssigkeit schwach rosa ist. Weiterhin kommt hinzu etwas Kohle, Cholesterin, ein Viertel Eiweiss, einige Tropfen Milch und ganz wenig Eidotter. Zum Schluss wird noch etwas Lezithin und ein ganzes Ei der gesamten Flüssigkeit zugesetzt. Diese Flüssigkeit wurde in die Kulturgläser verteilt und in den Gläsern in horizontaler Lage eine Stunde lang bei 80—100° ausgetrocknet; so dass der Nährboden einen flachen Satz darstellt. Es blieb ein Tröpfchen Kondenswasser zurück. Die Farbe des Nährbodens ist gelb.

Nährboden d). Dieselbe Zusammensetzung und Behandlung wie Nährboden c). In einigen Gläsern entstand Aufwuchs ohne Impfung («Selbstimpfung»).

Nährboden e). Ganz wenig Ringerlösung und KCl werden gemischt. Weiter werden hinzugesetzt einige Tröpfchen rote Gelatine in KCl aufgelöst, Kohle zerrieben und in KCl gekocht. Ausserdem wird ein Esslöffel Milch und ein ganzes Ei plus Lezithin in KCl zerrieben, der gesamten Flüssigkeit zugesetzt. Diese Flüssigkeit wird in die Kulturgläser verteilt und in horizontaler Lage zwei Stunden bei 80—100° eingetrocknet. *Dieses wird zwei Tage nacheinander gemacht.* In den Gläsern findet keine Selbstzersetzung statt. Dies wurde dadurch kontrolliert, dass die Gläser 5 Tage lang bei 37° standen, ohne Aufwuchs zu zeigen.

Nährboden f). Gewöhnliche Bouillon und Agar-Nährboden.

substanzen ergab. Am 3.1., 48 Stunden später, zeigte der Nährboden eine grauweisse Feuchtigkeit, die immer mehr zunahm. *Der Boden befand sich in Zersetzung.* Sowohl der Nährboden wie die Bione waren durch stundenlanges Kochen absolut steril gemacht. Der betreffende Nährboden a) hatte wochenlang im Thermostaten gestanden, ohne Zersetzungserscheinungen zu zeigen. Die erste Kulturgeneration schien gelungen. Das mikroskopische Bild zeigte *sämtliche vier Typen* der Bionmischung: runde *bläschenförmige Kokken,* kürzere und längere *Stäbe,* runde kernhaltige Zellen und kontraktile und expansible *amöboide kriechende Gebilde.* Die *Kulturgebilde* schienen bewegter und kräftiger als die ursprünglich gekochte Bionmischung. Aus dem protokollierten Schema geht hervor, dass es gelang, diesen ersten Stamm, unter Variationen der Herstellung des sterilen Kulturbodens, bis zum 9. Februar bis zur 9. Generation zu züchten. Die Züchtung erfuhr nur eine Unterbrechung am 9.I.37. dadurch, dass sich der betreffende Kulturboden als allzu *ausgetrocknet* herausstellte. Die Weiterimpfung der am 9.1.37. aufgegangenen dritten Generation erfolgte am 14.1. auf den Kulturboden b). Den Kulturboden b) erhielt ich durch nicht ganz vollständiges Auskochen der Restsubstanz. Abgesehen von dieser einen Unterbrechung erfolgte die Fortzüchtung völlig ungestört. Binnen 24 bzw. 48 Stunden war regelmässig der vorher trockene Nährboden in feuchter, grauweisser, flüssiger Zersetzung begriffen. In der Flüssigkeit wimmelte es von bewegten Gebilden von Bion-Charakter. Die ungeimpften Kontrollnährböden erwiesen sich bis auf Nährboden d) als absolut einwandfrei, d. h. *sie zersetzten sich nicht.* Wurde der Nährboden nicht genug ausgekocht, so dass Flüssigkeit zurückblieb, so passierte es gelegentlich, dass eine «*Selbstimpfung*», wie ich sie nannte, eintrat, d. h. es waren offenbar trotz des langen Kochens Bione zurückgeblieben, die den Nährboden zur Zersetzung brachten. Diese *Selbst*impfung oder *Selbst*zersetzung des Nährbodens *ohne Impfung* war eine unangenehme Störung der notwendigen Klarheit der Kultivierungsversuche. Dennoch konnte die Selbstimpfung nicht als ein negatives Zeichen angesehen werden; denn wenn die Bione durch Kochen nicht zerstörbar sind und die geringsten Spuren von Feuchtigkeit in der Mischung bewegtes Leben hervorrufen, dann ist begreiflich, «dass der Nährboden selbst lebte». Es kam nun alles darauf an, sowohl die Selbstimpfung auszuschalten, wie auch einen Nährboden zu finden, der die Eigenschaft der Selbstimpfung *nicht* hatte.

Bevor ich auf die Idee gekommen war, die Nährbodenmischung trocken auszukochen und die Substanz als Nährboden zu benutzen, waren wochenlange mühevolle Versuche mit Züchtung in Ringerlösung ohne eindeutiges Resultat geblieben. Dagegen überraschte vollends der folgende Versuch. Von der 7. Generation des ersten Stammes des sterilen 6 b-Präparats wurde eine Kultur 15 Minuten lang im Sterili-

sator gekocht. Die *gekochte* Kultur wurde nun am 8.2. auf eine neue Variation(e) des alten Bion-Nährbodens geimpft. Gleichzeitig damit wurde die 7. Kulturgeneration *ungekocht* und gekocht auf Bouillon plus Agar-Agar geimpft. Schon am 9.2., nur 24 Stunden später, zeigte sich zur allergrössten Überraschung, dass sowohl die gekochten wie die ungekochten Kulturen der 7. Generation auf Agar-Agar und Eiweiss-Nährboden in dichten Haufen aufgegangen waren. *Der Agar-Boden war nicht zersetzt.* Der Aufwuchs der gekochten Kulturen unterschied sich makroskopisch in nichts vom Aufwuchs der ungekochten Kulturen. So überraschend dieses Ergebnis auf den ersten Blick erscheinen mag, ist es doch eigentlich selbstverständlich; denn wenn die Bione sich endgültig als lebende Gebilde herausstellen sollten, die durch Kochen nicht zu zerstören sind, dann war es nur logisch, dass auch die Kulturen nach Kochen weiter Kulturen ergeben können. Eine Sicherstellung dieses Versuchs liegt bereits vor.

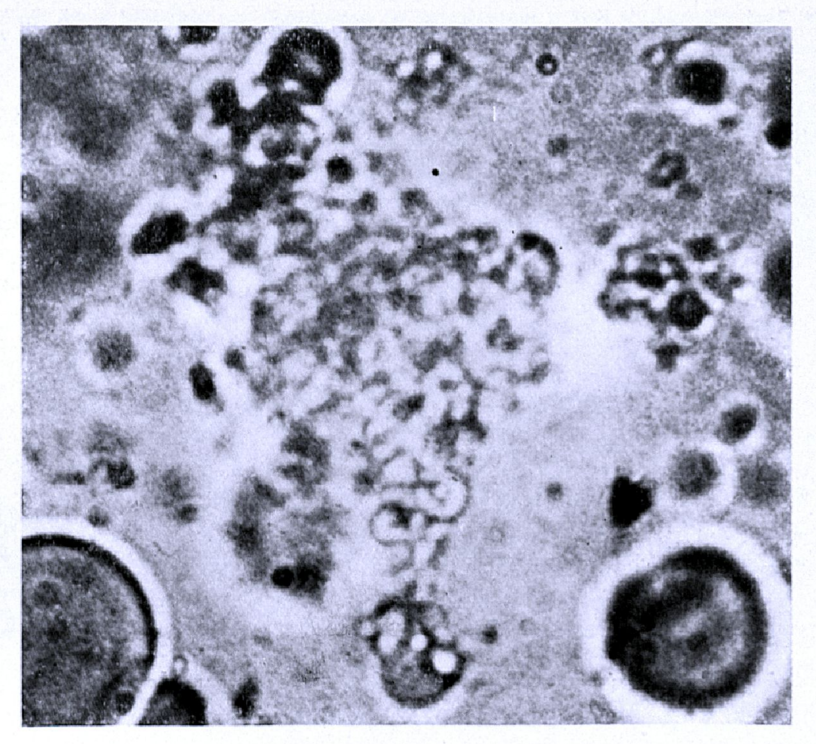
Am 9.1.37. wurde auf Nährboden e) ein *zweiter,* frischer, zwei Tage alter steriler Bionstamm geimpft. Am 11.1. hatte sich in *einem* Glas der Nährboden wie bei Stamm I zersetzt. Der Kontrollnährboden war nicht zersetzt, aber auch ein zweiter geimpfter Boden war nicht zersetzt.

Im damaligen Stadium meiner Untersuchungen passierte es immer wieder, dass gelegentlich ein Bionstamm in erster Generation auf den bisher erreichten Nährböden nicht aufwuchs. Der *aufgegangene* Stamm wurde nun nach missglücktem Kultivierungsversuch auf Nährboden a) und Nährboden b) am 21.1. *auf Nährboden e) mit Erfolg* geimpft. Am 22.1. gab es in zwei Gläsern klare Zersetzung. Von dieser zweiten Kulturgeneration des II. Stammes wurde nun am 22.1. ein Nährboden e) geimpft, der am 23.1. neuen Aufwuchs ergab. Auf den gleichen Nährboden e) wurde am 27.1. eine *gekochte II. Kulturgeneration* geimpft, die am 4.2. einen *gleichartigen* Aufwuchs ergab. *Die Kulturkochprobe gelang also bei Stamm II ebenso wie bei Stamm I.* Während wir nun den ungekochten Kulturaufwuchs wie in der Tabelle verzeichnet bis zum 9.2. stets mit positivem Ergebnis weiterführten, wurde am 8.2. die *gekochte* Kulturgeneration II b/2 neuerdings auf Kulturboden e) geimpft. Bereits 24 Stunden später war ein Aufwuchs in Gestalt von grauweisser, trüber, wässriger Zersetzung des Nährbodens festzustellen (II b/3).

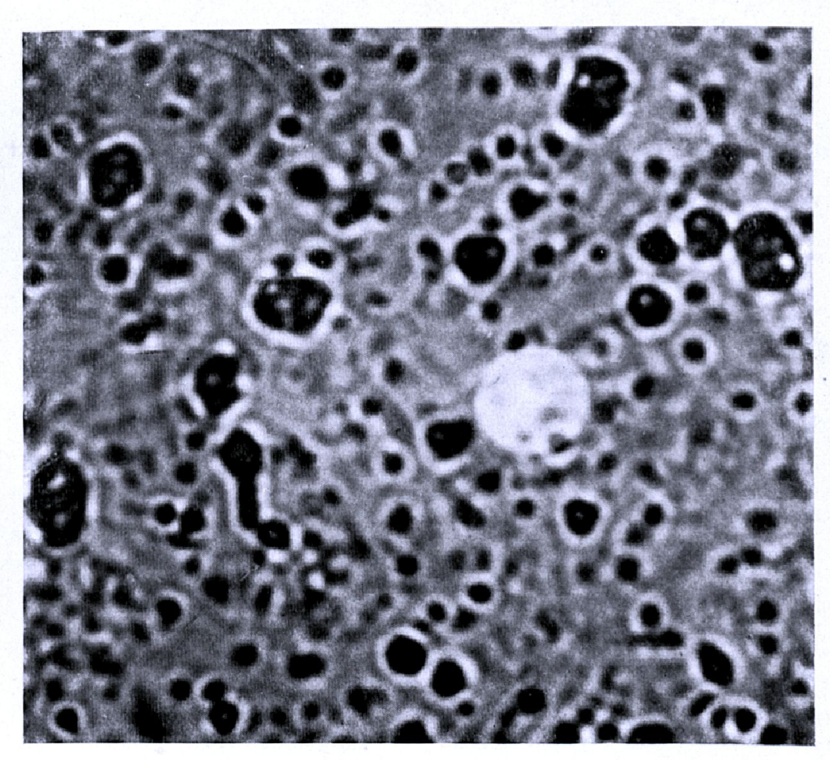
Desgleichen gelang *ein III. Stamm von Bionen,* der am 21. Januar 1937 auf Kulturboden d) geimpft wurde.

Ich möchte nun einige der grundlegenden Erscheinungen darstellen, die bei der Beurteilung gelingender und misslingender Kulturen zu beachten sind:

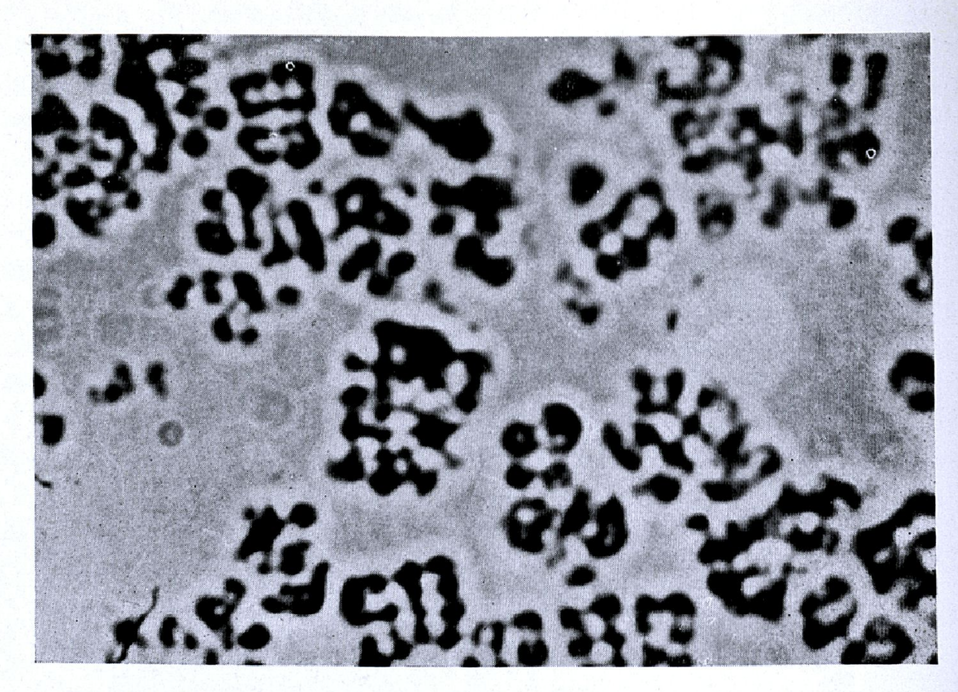
a) Am Nährboden sieht man nach 48 Stunden, manchmal erst viel



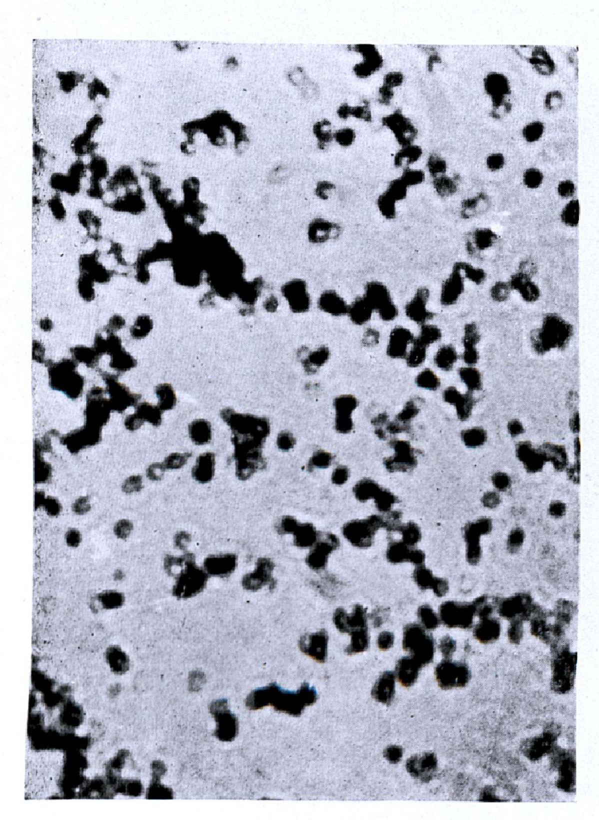
43. Ortsbewegte und vibrierende «Amöbe»
Bion-Präp. 6, 2300-fach



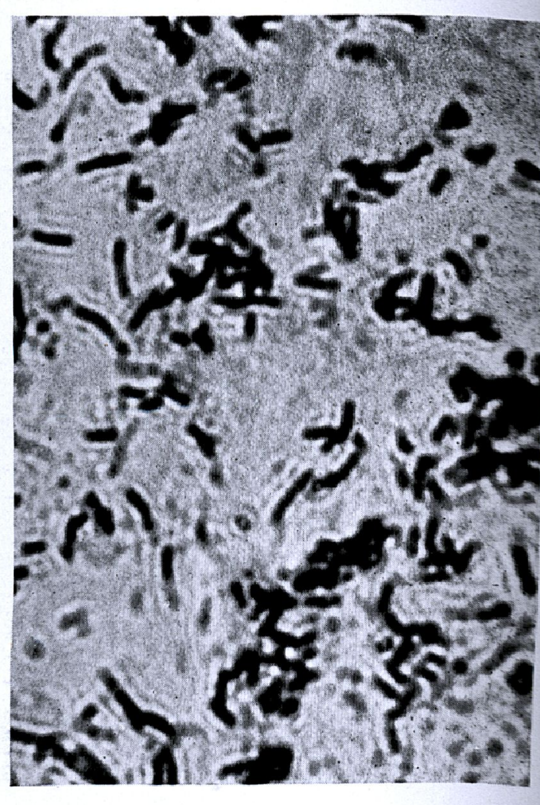
44. Bion-Kultur 6 mit Methylenblau gefärbt
Filmpräp. 6, 1650-fach



45. «Paket-Amöben»; Kultur 6cI von den ersten autoklavierten Bionen 6 Filmpräp. 6, 2000-fach



46. Paket-Amöben-Kultur 6cI, gramgefärbt 1000-fach



47. Bion-Kultur 6cbIII, gramgefärbt 1000-fach

später bei gelingender Kultur einen feuchthellglänzenden gleichmässigen Überzug auftreten. Bei genauem Vergleich des Kontrollnährbodens mit Hilfe einer Lupe fehlten die Hügel und der starke Glanz am Überzug.

b) Die Kontrollböden bleiben, wenn sie sich nicht zersetzen, an der Oberfläche glatt. Dagegen entstehen an den geimpften Böden Erhebungen, die meist rund gewölbt, gelegentlich in die Länge gestreckt und grauweiss gefärbt sind.

c) Der Kulturboden d) zeigt klare Kondenswasserausscheidung, doch trocknet das Kondenswasser des Kontrollnährbodens gewöhnlich im Thermostaten aus, während die ausgeschiedene Flüssigkeit den geimpften Boden trübt und im Nährboden tiefe Sprünge entstehen lässt.

d) Gelegentlich war ein etwas rötlicher Aufwuchs entstanden, über dessen Bedingungen noch keine Klarheit geschaffen werden konnte.

Sehr wichtig ist, dass die späteren Generationen viel leichter neuen Aufwuchs ergeben als ganz frische Mischungen. Die späteren Generationen sind auch in der Bewegung kräftiger, in der Struktur bei etwa 3.700-facher binokularer Beobachtung komplizierter, man möchte sagen, durchgearbeiteter. Die vier Grundformen (runde Bläschen, lange bewegte Stäbchen, kernhaltige Zellen und amöbenartige kriechende Gebilde) finden sich überall wieder. Doch bei sehr genauer langer Beobachtung bei 3—4000-facher Vergrösserung zeigt es sich, dass auch die Typen nicht einheitlich sind, sondern untereinander wieder Unterarten aufzuweisen scheinen. Darüber möchte ich ein anderes Mal mehr berichten.

Nach vielen zwar gelungenen, jedoch nicht ganz zweifelsfreien Kultivierungsversuchen auf Eiweissdotternährböden, gelang die Kultivierung der Bione auf Bouillon und Agar in folgender Weise: Die Bionmischung 6 wurde eine halbe Stunde in Eprouvetten im Trockensterilisator, der auf 160° gestellt war, gekocht. Die gekochte Mischung wurde zwei bis vier Tage lang steril aufbewahrt und dann auf Bouillon und Agar-Nährböden in folgender Weise geimpft: Es wurde ein Tropfen aus der Mischung nach Durchglühung sowohl der Pipette wie der Öffnungen der Eprouvetten in diese überführt. Die ersten Bouillon-Impfungen von drei verschiedenen Bionmischungen ergaben regelmässig und ausnahmslos bereits nach 24 Stunden eine starke Trübung.

Makroskopisch konnte man in den Bouillonkulturen unterscheiden:

a) die wolkige Trübung
b) Flocken
c) beim Schütteln der Eprouvette eine feine fadenförmig aufsteigende staubige Wolke, die die Trübung verstärkte.

Die Aufwüchse auf den Agarböden waren makroskopisch weniger eindeutig. Einige Male gab es bereits nach 24 Stunden einen sehr dichten, gelblich-weissen Aufwuchs, jedoch in den meisten Fällen ergab sich bloss ein nicht farbunterschiedener, sehr dünner, hügeliger Aufwuchs, der sich nach einigen Tagen etwas verdichtete.

In der mikroskopischen Untersuchung ergaben sämtliche Bouillonkulturen im wesentlichen rasch bewegte Stäbchen in verschiedenen Typen, Kokken, jedoch sehr wenig amöboide Gebilde. Der dichte Agar-Aufwuchs bestand mikroskopisch überwiegend aus sehr lebhaft ortsverändernd bewegten Kokken. Der schwache Agar-Aufwuchs zeigt im mikroskopischen Bild weit weniger Bewegung. Züchtete man jedoch den schwachen Agar-Aufwuchs in 2. Generation in Bouillon weiter, ergaben sich in der Bouillonkultur die gleichen Gebilde und auch makroskopisch das gleiche Aussehen wie bei direkter Impfung in Bouillon. Der Nährboden hat also einen Einfluss auf die Art der Kulturen. Impfte man von Bouillon-Kulturen auf Agar über, so entstand regelmässig ein dichter Aufwuchs binnen 24 Stunden. Seltsamerweise überwogen bei der Überimpfung von Bouillon auf Agar im Agar-Aufwuchs wieder die Kokken, während bei der Rückimpfung auf Bouillon neuerdings die Stäbchen und amöboiden Gebilde hervortraten.

Um die Kultivierungsversuche völlig eindeutig zu gestalten, ging ich zur Kultivierung *autoklavierter* Bionmischungen über (6ac). Es wurde folgender Versuch vorgenommen: Die Bionmischung wurde nach der Art, wie in der ersten Mitteilung berichtet, hergestellt, mit dem einen Unterschied, dass die Kohle zuerst fein zerrieben, dann in KCl gekocht und daraufhin der ersten Mischung beigefügt wurde. Es wurden zwei Eprouvetten mit der Lösung gefüllt und in den Autoklaven gestellt. Der Autoklav wurde auf 120° eingestellt und die beiden Eprouvetten blieben eine halbe Stunde drin. Aus der einen der beiden Eprouvetten wurden nach 24 Stunden ein Bouillon- und ein Agar-Nährboden geimpft. Beide ergaben Aufwuchs, jedoch in Bouillon wieder viel stärker als auf Agar. Die erste Bouillonkulturgeneration der autoklavierten Bionmischung wurde nun in Bouillon und Agar, Eiboden und Blutagar weitergeführt und ergab jedes Mal einen starken Aufwuchs, der bewegte Stäbchen, Kokken und amöboide Gebilde enthielt. Gleichzeitig wurde von der ersten Bouillongeneration ein Agar-Nährboden geimpft. Der Agar-Nährboden ergab schon nach 24 Stunden einen dichten, gelben Aufwuchs, der mikroskopisch zu meiner grössten Überraschung eine Reinkultur paket-artiger Amöboide ergab. Bei 3.700-facher Vergrösserung zeigten die Amöben im Innern eine lebhafte Vibration der Teilchen, bewegten sich von der Stelle mit langsamen Bewegungen fort und führten gleichzeitig Kontraktions- und Expansionsbewegungen aus. Die so erhaltene 2. Generation wurde nun auf Agar weitergeimpft und ergab einen dich-

ten, makro- und mikroskopisch gleichartigen Aufwuchs. Sehr auffallend und positiv zu bewerten war die starke Strukturierung der amöboiden Gebilde. Teilungen dieser Gebilde waren bei längerer Beobachtung bei etwa 3.000-facher Vergrösserung wiederholt und deutlichst zu sehen.

Nachdem die Kultivierbarkeit der eine halbe Stunde lang gekochten Bionmischung und die erste Kultur der ersten autoklavierten Bionmischung 6cI gesichert waren, übernahm meine Assistentin die Aufgabe, selbständig Bionmischungen herzustellen und ebenso selbständig Kulturversuche vorzunehmen. Es gelang ihr am ausführenden Laboratorium von acht 6cb-Bionmischungen nacheinander prompt Kulturen gleicher Art zu erhalten. Die Bion-Mischungen 6cb IX, 6cb X, 6cb XI wurden gleichzeitig an Herrn Professor du Teil in Nizza zur Kontrollimpfung eingeschickt. Bei uns ging das Präparat 6cb IX in der Kultur *nicht* auf, dagegen die Präparate 6cbX und 6cbXI gingen ebenso prompt auf wie die vorgegangenen sechs Präparate. Bei Übermittlung der Sendung an Professor du Teil schrieb ich, dass IX wahrscheinlich nicht aufgehen würde, es sah makroskopisch nicht gut aus. Diese Vermutung bestätigte sich bei uns durch das Ausbleiben der Kultur. Wir erhielten von du Teil die Mitteilung, dass die Präparate 6cbX und 6cbXI prompt aufgegangen waren, dagegen IX nicht. Das war also korrekt. Die folgenden Mischungen von 6cbXII bis 6cbXX gaben nicht eine einzige Kultur. Wir konnten uns den Grund des Ausbleibens der Kultur nicht erklären. Die Mischungen waren in der gleichen Weise wie vorher hergestellt worden und dennoch keine Kultur im Gegensatz zur Serie von Kulturen vorher! Nach langem Herumsuchen kamen wir auf die Idee, die Präparate elektrisch zu überprüfen, was schon lange nicht mehr geschehen war. Es stellte sich dabei heraus, dass sämtliche Bionmischungen, die Kulturen ergeben hatten, eine *negative elektrische Ladung* aufwiesen, *dass dagegen die Mischungen, die keine Kultur ergeben hatten, elektrisch n e u t r a l waren.* Das Präparat 6cbIX, das in der Reihe der Serie der kulturpositiven Bionmischungen lag und keine Kultur ergeben hatte, hatte auch keine elektrische Ladung, im Gegensatz zu 6cbXI und 6cbX. Von nun an wurden Bionmischungen, die keine elektrische Ladung aufwiesen, nicht mehr geimpft, um die Statistik nicht unnötig zu verschlechtern. In der Reihe der Bionmischungen, die keine Kulturen hintereinander gegeben hatten, fand sich wieder eine, die eine Kultur ergab. Sie war im Gegensatz zu den elektrisch neutralen andern elektrisch negativ. Damit schien mir der Beweis geliefert, dass *die elektrische Ladung der Mischung eine unerlässliche Vorbedingung der Kultivierbarkeit ist.*

Während die frischen Bionmischungen Anodenwanderung bzw. Neutralität zeigen, ergab die elektrische Überprüfung der 2. Generation auf Agar (gelbe «Paket-Amöben») eine sehr starke Kathoden-

wanderung der Gebilde, über deren Wesen und Ursachen bisher keine Klarheit geschaffen werden konnte.

Die gelben Amöben[1]) *(Stamm 6acI)* wurden bis dato zur 53. Generation auf Agar fortgezüchtet. Als sie ihre Form und die gelbe Farbe einzubüssen begannen, wurden sie auf Blutagar und Einährboden überimpft. Dadurch gewannen sie die ursprüngliche Struktur und Kulturfarbe wieder. Wir erhielten diese Form bei anderen 6-Mischungen bisher nicht wieder. (Abb. 45)

Über Einzelprobleme der Kultivierung orientieren zum Teil die schriftlichen Mitteilungen an Professor du Teil.

Mit der Zeit wuchs auch die Übung in der Bion-Kultivierung. Es werden viele Sicherungsmassnahmen ergriffen, dass die Kultur bei kompletter Sterilisation *gelingt:*

1. Die Stoffe werden einzeln autoklaviert bezw. trocken sterilisiert und jeder für sich in Bouillon geimpft. Die Einzelimpfungen dürfen keinen Aufwuchs geben. Das ist die Kontrolle der Sterilität.
2. Die Stoffe werden wie angegeben gemischt. Nach jeder Hinzufügung wird eine Bouillon geimpft. Diese Kontrolle darf keinen Aufwuchs geben.
3. Die fertige Mischung wird elektrisch untersucht. Sie muss *stark* geladen sein.
4. Sie steht 3—4 Tage im Thermostaten, muss gleichmässig kolloidal und mikroskopisch *stark* bewegt sein.
5. Aus einer Eprouvette werden geimpft:
   2 Bouillon
   2 Eiböden e
   2 Agar und Blutagar.
6. Von gelingender Bouillonkultur wird auf Agar und auf Eiboden e überimpft.

Auf diese Weise werden viele Bedingungen für das Gelingen erfüllt.

DIE ELEKTRISCHE UNTERSUCHUNG

Die folgendem Detailuntersuchungen wurden von einem Institutsassistenten ausgeführt. Die betreffenden Präparate wurden am ausführenden Laboratorium von den Assistenten selbständig hergestellt. Der Bericht umfasst nur 19 Bion-Präparate 6. Über die Präparate ab 6 cb XX wird an anderer Stelle berichtet werden.

Sie warfen die Frage auf, welche Gründe das Ausbleiben der elektrischen Ladung schon in der Mischung bedingen. Darauf geben die

[1]) Der Ausdruck «Amöben» ist nach bisheriger Anschauung nicht ganz korrekt. Er rechtfertigt sich hier durch die Annahme, dass die richtigen Amöben (limax etc.) auch nichts anderes als Zusammenfassungen von Bläschen darstellen.

Experimente bisher keine Antwort. Fest steht nur, dass die Kultivierbarkeit die elektrische Ladung der Bione voraussetzt.

Versuchsapparatur:

Der Strom wird zugeleitet durch einen Gleichrichter, in den ein Transformator, ein Gitter und ein Widerstand eingebaut sind. So wird die Verwendung von beliebigen Stromstärken zwischen 0—5 Milli-Ampère und 0—50 MA ermöglicht. Durch einen Stromwender können die Pole zur schärferen Kontrolle der Wanderungsrichtung vertauscht werden.

Auf die zu diesen Versuchen benutzten gewöhnlichen Objektträger wurde ein niedriger Glaszylinder ohne Boden, von 1,5 cm innerem Durchmesser, mit Kanadabalsam aufgekittet. Der Kanadabalsam wird heiss in dünnflüssigem Zustand aufgetragen; nach dem Trocknen wird der überflüssige Kanadabalsam durch Xylol entfernt.

Zwei blanke Platinelektroden, die durch den Kanadabalsam geführt sind, ragen je 0,2 mm in das Innere des so geschaffenen Gefässes. Die Zuführung des durch den Gleichrichter gegangenen Stromes besorgen die durch Glasröhren laufenden Platindrähte eines Elektrodenstativs.

Die mikroskopische Beobachtung geht im Dunkelfeld bei 400-facher Vergrösserung vor sich. Es wurde ein binokulares Z-Mikroskop der Firma *Reichert* (mit geneigtem Tubus) verwandt.

Allgemeine Versuchsanordnung:

Die verwendete Stromstärke war in allen Fällen, wo nichts anderes vermerkt ist, 2 MA.

Das Untersuchungsobjekt wird in physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt. Einige Tropfen dieser Aufschwemmung werden in den beschriebenen Spezialobjektträger gebracht, so dass der Boden eben bedeckt ist.

Vor jedem Einschalten des Stromes muss genau geprüft werden, ob sich auch keine Strömungen im Präparat zeigen, die thermischen oder mechanischen Ursachen geschuldet sein könnten. Man muss vermeiden, zuviel Flüssigkeit in das Gefäss zu bringen, da auch hierdurch sehr störende Strömungen auftreten können.

Zeigt das mikroskopische Bild sich bei ausgeschaltetem Strom frei von gerichteten Bewegungen (Strömungen), so wird der Strom eingeschaltet und festgestellt, ob und zu welchem Pol hin die Teilchen wandern.

Nach Stromunterbrechung prüft man dann erneut, ob gerichtete Bewegungen zu bemerken sind.

Schliesslich wird der Strom in entgegengesetzter Richtung durch das Präparat geleitet und festgestellt, ob die Teilchen nun ihre Wande-

rungsrichtung umkehren — d. h. also demselben Pol wie zuerst zustreben —, ob also die Wanderung durch den Strom verursacht ist.

Erbringt diese Versuchsanordnung bei häufiger Wiederholung gleichbleibende Resultate, so wird der kataphoretische Charakter der Wanderung für bestätigt erachtet.

Es muss betont werden, dass es sich bei diesen Untersuchungen nicht um quantitative Bestimmungen handelt, sondern ausschliesslich um die Feststellung der Wanderungsrichtung der geprüften Objekte.

I. Elektrische Untersuchungen an Einzelstoffen:

1) Ein kleiner Tropfen *Hühnereiweiss* in ca. 10 ccm einer Mischung von gleichen Teilen n/10 KCl und Ringerlösung wurde bei 120° C. (unter 2½ Atm. Druck) ½ Stunde lang autoklaviert, dann 48 Stunden bei 37° im Thermostat gehalten.

   Die elektrische Untersuchung ergab keine kataphoretische Wanderung. Es zeigten sich nur ganz schwache Kontraktionsbewegungen in diesem Präparat.

   So behandeltes Eiweiss zeigt also keine Kataphorese.

   Aussaatversuche verliefen negativ: keine Kultur.

2) *Lezithin*, wie 1) behandelt und untersucht, reagierte dagegen auf Stromdurchleitung, wenn auch schwach: die typischen Lezithinfiguren und die während des Autoklavierens entstandenen Bläschen wanderten mit geringer Geschwindigkeit *zur Anode*.

   Impfungen aus diesem Lezithinpräparat auf Bouillon und auf Agar ergab eine Kultur mit gleicher elektrischer Reaktion: Wanderung zur Anode.

3) *Cholesterin* wurde im Porzellanmörser mit KCl- und Ringerlösung verrieben, dann wie 1) und 2) behandelt. Es zeigte nach dem Autoklavieren keine Strukturänderung, die Partikel wanderten nicht im Potentialgefälle, Kulturversuche verliefen negativ.

4, 5) *Kuhmilch*, unverdünnt, unter den gleichen Bedingungen autoklaviert, 24 oder 48 Stunden bei 37° im Thermostaten gehalten und ebenso mit Ringer- und KCl-Lösung verdünnte Milch zeigten ziemlich starke Wanderung der zahlreichen Fettkügelchen *zur Anode*.

   Einige Kulturversuche fielen positiv aus. Die Gebilde der Kulturen wanderten gleichfalls *anodisch*.

6) *Rote Gelatine*, in KCl und Ringer aufgelöst, autoklaviert, 48 Stunden im Thermostaten, verhielt sich wie 1) (Hühnereiweiss): Kontraktile Bewegungen im Präparat, keine Kataphorese, keine Kultur.

Bemerkungen zu den Versuchen 1—6:

Nur die Stoffe, die nach der beschriebenen Behandlung Kataphorese zeigten, ergaben gelegentlich bei Aussaat Kultur.

Die Stoffe mit der offenbar stärksten Ladung (der grössten Wanderungsgeschwindigkeit) ergaben den raschesten und stärksten, auch makroskopisch deutlich erkennbaren Aufwuchs. Die Kulturen aus den elektrisch schwächer reagierenden Präparaten wachsen langsamer und schwächer auf.

II. Untersuchungen an zusammengesetzten Substanzen:

7) *Gartenerde:* Die Erdkristalle hatten nach dem Autoklavieren zum grössten Teil ihre typische Struktur verloren und sich in sehr kleine Bläschen aufgelöst.

Diese Bläschen bewegten sich bei ausgeschaltetem Strom mit teilweise ziemlich grosser Geschwindigkeit unregelmässig durch das Gesichtsfeld.

Wurde Strom eingeschaltet, so ordneten sie sich zu einer verhältnismässig feinen Reihe und wanderten mit geringer Geschwindigkeit *zur Kathode.*

Mit Stromwendung kehrte sich auch die Wanderungsrichtung um, so dass der kathodische Wanderungssinn erhalten blieb.

Nichtautoklavierte Erdteilchen wanderten nicht bei diesem Zerteilungsgrad.

Die Stromdurchleitung wurde nun eine Stunde lang in einer Stärke von 5 MA fortgesetzt. Es zeigte sich nach dieser Galvanisierung, dass die Teilchen einen anderen Wanderungssinn angenommen hatten: Sie bewegten sich nunmehr *zur Anode hin.*

Halbstündige unausgesetzte Beobachtung bei Aufrechterhaltung der gleichen Stromstärke und -Richtung ergab, dass die Teilchen diese anodische Wanderung beibehielten.

Alle Wiederholungen dieses Versuchs hatten das gleiche Ergebnis.

Die Bläschen, die sich aus autoklavierter Gartenerde bilden, wechseln also bei längerer Einwirkung eines galvanischen Stroms von 5 MA den Wanderungssinn: *anfangs gehen sie zur Kathode, später zur Anode.* Gartenerde aus Dänemark verhielt sich bei den gleichen Versuchen ebenso.

Von beiden Erdarten wurden nach dieser Behandlung Kulturen erzielt.

8) *Gartenerde,* trocken bei 180° C. 2½ Stunden lang sterilisiert, dann in KCl gekocht, zeigte kathodische Wanderung. Die Teilchen hatten verschiedene Geschwindigkeit, die Bewegung im Ganzen war jedoch gleichmässig und sicher.

Dies Präparat wurde gleichfalls eine Stunde lang galvanisiert, jedoch mit 10 MA. Auch hier zeigte sich danach anodische Wanderung.

Bei den vielen Wiederholungen dieses Versuchs ergab sich *ein* Mal ein abweichendes Resultat: ohne Galvanisierung sofort anodische Wanderung. Da es sich um einen Einzelfall handelt, konnte über die Ursachen dieser Abweichung nichts ausgemacht werden.

9) Gewöhnlicher *Gaskoks* oder auch Cinders wurde pulverisiert mit KCl und Ringer gemischt, autoklaviert und 48 Stunden bei 37° C. im Thermostaten gehalten.

Auch der Koks hatte sich danach, wenn auch in geringerem Grade, in kleine Bläschen aufgelöst, die dieselben Eigenschaften wie die aus Erde hatten.

10) «Glühkohle»: Pulverisierter Koks wurde auf einem Spatel in der Flamme zu Rotglut erhitzt und dann sofort in steriles KCl eingebracht.

In steril entnommenen Tropfen dieser Mischung zeigten sich dieselben selbständigen und kataphoretischen Bewegungserscheinungen, wie im autoklavierten Kohle-KCl-Ringer-Gemisch.

Bei Galvanisierung trat in beiden Kohlepräparaten wie im Erdpräparat Umschlagen der kathodischen in anodische Wanderung ein.

Alle diese Präparate (8, 9, 10) gaben Kultur in Bouillon und auf Agar.

Bemerkungen zu den Versuchen 7—10:

Die mikroskopische Beobachtung während des Galvanisierens wurde wegen der stark störenden Bildung von Gasbläschen bei den angewandten Stromstärken (5 und 10 MA) aufgegeben. Die in 7) berichtete Beobachtung geschah an fortlaufend dem galvanisierten Präparat entnommenen Proben, die unter dem Mikroskop mit 2MA durchströmt wurden. Auch bei den hier untersuchten inhomogenen Stoffen zeigte sich derselbe Zusammenhang zwischen elektrischer Ladung, erwiesen durch das Auftreten von Kataphorese und Kulturfähigkeit wie in 1—6. In den einzelnen Fällen, wo sich keine Wanderung zeigte — das war etwas häufiger bei dem ja besonders inhomogenen Staub der Fall — verliefen auch die Kulturversuche negativ.

III. Untersuchungen am Präparat 6.

Wie auch bei diesen Präparaten elektrische Eigenschaften und Kulturfähigkeit korrespondierten, geht aus folgender Übersicht hervor:

11) *6 c I:* Dieses (autoklavierte) Präparat zeigte anodische Wanderung. Mit ihm wurde ein Nährboden geimpft, der aus den im

Präparat enthaltenen Stoffen bestand, die mit Eiweiss zu einer steifen Masse verrührt worden waren. Dieser Nährboden war zunächst sterilisiert und zur Kontrolle 48 Stunden im Thermostaten gehalten worden.

Die Kultur gelang: es entstanden *zwei Arten Aufwuchs*, ein harter und ein weicher, schleimartiger. Jede Kulturform für sich wurde darauf mit Erfolg auf Agar überpflanzt. Das Mikroskop zeigte in der weichen, schleimigen Kultur die typischen «Paket-Amöben»; die harte Kultur bestand ausschliesslich aus Bläschen.

Bei elektrischer Untersuchung zeigten die Paketamöben kathodische Wanderung, waren also positiv geladen. Durch Galvanisierung konnte dieser Wanderungssinn umgekehrt werden.

Die Bläschen dagegen wanderten wie die Körperchen des Präparats mit gleichmässiger Geschwindigkeit zur Anode.

Anmerkung: Die gleichmässige kataphoretische Wanderung ist in den Kulturen besser zu beobachten als im Ursprungspräparat. Da nun nur die kataphoretisch reagierenden Präparate Kulturen ergeben, liegt der Schluss nahe, dass die Gebilde der Kulturen von denjenigen des Präparats abstammen, die im angelegten Potentialgefälle wandern. In den Kulturen muss dann natürlich die Kataphorese umfassender und somit deutlicher in Erscheinung treten.

12) *6 c II:* Im Präparat fanden sich gleichfalls die Biongebilde (Bläschen). Sie wanderten anodisch. Die Kultur, die ziemlich hart war — der weiche Aufwuchs zeigte sich nicht — verhielt sich kataphoretisch ebenso.

13, 14) *6 c III, 6 c IV* zeigten dieselben Verhältnisse.

15) *Vorbemerkung:* Von hier ab wurde folgendes Verfahren angewendet: Feinpulverisierte Kohle wurde bei 180° C. trocken sterilisiert; Lezithin, Cholesterin, Gelatine, Eiweiss und Eigelb, sowie KCl- und Ringerlösung wurden autoklaviert. Die steril hergestellte Mischung dieser Stoffe wurde dann im Sterilisator bei 180° C. bis zu starker Trübung gekocht.

6 cb V: Eine gleich nach dem Kochen dem deutlich getrübten Präparat entnommene Probe zeigte unter dem Mikroskop sofort das Bion-Bild.

Bei den Impfungen aus diesem Präparat wurde das Aufbewahrungsgefäss ein paar Mal geöffnet. Bei der später vorgenommenen elektrischen Untersuchung erwies das Präparat sich als sehr unrein. Ausser den Bläschen traten Bläschenhaufen auf, die stark an Gärungskulturen erinnerten, ohne dass man doch sagen konnte, dass sie mit Gärungserscheinungen verbunden auftraten. Weiterhin sah man im Präparat eine Menge Fadenbakterien, die völlig leblos zu sein schienen. Einen Hauptbestand-

teil des Präparats neben Bläschen und Bläschenhaufen machten verschieden grosse Stäbchen mit sehr langsamen und matten Bewegungen aus.

Der grösste Teil der Gebilde dieses Präparats wanderte zur Anode. Doch sah man auch deutlich einige Stäbchen entgegengesetzt, zur Kathode, wandern. Nach kurzer Zeit schienen diese Stäbchen sich umzuladen: sie führten einen Augenblick starke Zitterbewegungen aus und bewegten sich dann anodenwärts, bald darauf nahmen sie erneut positive Ladung an und strebten wieder der Kathode zu. Die langen, offenbar leblosen Fadenbakterien wanderten nicht. Die aus dem noch nicht verunreinigten Präparat gleich bei Herausnahme aus dem Thermostaten angelegte Kultur bestand aus den gleichen Mikroorganismen wie die früheren aus Mischungen der gleichen Stoffe und zeigte die gleichen kataphoretischen Erscheinungen.

16) *6 cb VI* gab ein sehr schönes Bild von Bläschen und Bläschenhaufen. Alle Bläschen wanderten mit gleichmässiger Geschwindigkeit zur Anode, ebenso, aber langsamer, die kleineren Bläschenhaufen. Die grösseren Bläschenhaufen zeigten bei dieser Stromstärke keinerlei Wanderung.

Die Impfung ergab eine Reinkultur, bestehend aus Bläschen und Bläschenhaufen mit klar ausgeprägter, starker Wanderung zur Anode.

17, 18) *6 cb VII, VIII* ergaben dasselbe Bild sowohl für das Präparat als auch für die Kultur.

19) *6 cb IX* zeigte die gleichen Bildungen wie die vorhergehenden, machte aber einen weit weniger lebendigen Eindruck und zeigte in allen, sehr zahlreich vorgenommenen elektrischen Untersuchungen keinerlei Wanderung. Bei Einschaltung des Stromes traten teilweise ziemlich starke Kontraktionsbewegungen auf, jedoch wie gesagt keine Kataphorese.

Kulturversuche fielen negativ aus: auch nach 6 Wochen kein Aufwuchs.

20) *6 cb X:* Das Präparat glich im Aussehen den vorigen. Die Wanderungserscheinungen waren weniger deutlich als in 17—19. Bei allgemein anodischer Wanderung bewegten sich einzelne Teilchen quer zur Stromrichtung.

Die Kultur gelang und hatte die gleichen Eigenschaften wie die in 17—19 erzielten Kulturen.

21) *6 cb XI:* Die Wanderung war deutlicher ausgeprägt. Die Kultur verhielt sich wie die vorige.

22, 23) *6 cb XII, XIII:* Das Eiweiss war hier durch autoklaviertes Fleisch ersetzt worden. Im mikroskopischen Bild waren in Mengen destruierte Muskelfasern zu sehen.

Kataphorese trat nicht auf. Kulturen konnten nicht erzielt werden.

24—27) *6 cb XIV, XV, XVI, XVII:* Hier war wieder Eiweiss verwandt und das Fleisch weggelassen worden.

Wanderung blieb aus, Kulturversuche verliefen negativ.

28, 29) *6 cb XVIII, XIX:* Schwache Anzeichen elektrischer Ladung — wenig ausgeprägte kataphoretische Erscheinungen — liessen auf einen mehr amphoteren Charakter schliessen. Kulturen gelangen nicht.

Bemerkungen zu den Versuchen 12—29:

Wo sich keine elektrischen Reaktionen im Präparat zeigten, ergab sich keine Kultur. Bei stärker ausgeprägter Kataphorese pflegte sich nach 24—48 Stunden Aufwuchs zu zeigen, waren die Wanderungserscheinungen schwach, so entwickelte sich der Aufwuchs meist erst nach 8—10 Tagen. Die Wanderungserscheinungen der Kulturen entsprachen denjenigen, die das Bild der Ursprungspräparate beherrschten.

Die Ergebnisse der noch nicht abgeschlossenen Differenzierungsuntersuchungen (biologische Farbreaktionen verschiedener Art, Vergleich mit bekannten Mikrobenarten, Aufeinanderwirkungseffekte, Kulturen galvanisierter Bione, Anwendung der bekannten bakteriologischen Methoden auf die verschiedenen Bion-Kulturen etc. etc.) werden in einem der nächsten Berichte bekannt gegeben werden.

IV. KAPITEL

DER BEGINN DER KONTROLLARBEIT DURCH PROF. ROGER DU TEIL AN DER NIZZAER UNIVERSITÄT

Ich unterbreche nun meine Darstellung und füge meine Mitteilungen an Professor Roger du Teil, seine Vorträge und Teile unseres Briefwechsels ein. Sie orientieren über wichtige Details und anfängliche Unsicherheiten im Januar—April 1937, ersparen auch eine Komplizierung meiner geschlossenen Darstellung.

MITTEILUNG AM 7. III. 1937

von Prof. Roger du Teil
in der Naturphilosophischen Gesellschaft in Nizza über die Arbeiten des Herrn Dr. Reich (Oslo)

Herr Dr. Wilhelm Reich, ein Schüler Freuds, der sich zunächst auf dem Gebiet der Psychoanalyse spezialisiert hatte, hat sich seit seiner Niederlassung in Oslo (Norwegen) Laboratoriumsarbeiten im gleichen Fach gewidmet, die mit seinem Spezialfach zusammenhängen. Nachdem er die elektrische Dauerladung der Oberfläche der erogenen Zonen des menschlichen Körpers entdeckt hat, hat er die Spannungsveränderungen beobachtet, die in diesen Zonen bei Gelegenheit gewisser Empfindungen und Gefühle auftreten, im besondern bei Freude, Traurigkeit und Angst. Er hat zu diesem Zwecke einen Spannungs-Mess-Apparat konstruieren lassen, der im wesentlichen aus einer Elektronenröhre, die in einen Stromkreis eingeschaltet ist, und aus einem Oszillographen besteht. Die durch den Lichtstrahl des Oszillographen auf einem Film erzeugten Spuren drücken direkt den Sinn und die Amplitude sowie die Oszillationen der entsprechenden Gefühle aus. So kann ich Ihnen hier die Kurve der angenehmen Empfindungen zeigen, die z. B. durch das Kitzeln der Hand (Kitzelphänomen) hervorgerufen ist, — hier die des Geschmacks von Zucker auf der Zunge, — jene unlustvolle ist durch das Anschliessen des Schmeckens von Salz verursacht, — diese

zeigt die lustvolle Empfindung zweier Personen bei einem warmen Händedruck, — diese gar während eines Kusses. Und hier habe ich sogar nach dem Kusse eines glücklichen Paares den eines unglücklich werdenden, da der weibliche Teil des Paares anscheinend den Geschmack dieses Kusses nicht genügend einschätzt. Sie werden mit Leichtigkeit das Abfallen der Kurve feststellen können.

Ich will mich hier nicht auf das praktische Interesse — und ein Humorist (wir sind in Frankreich) würde ohne Zweifel sagen, auf die Gefahr — einer derartigen Entdeckung einlassen. Ich erwähne sie nur, um Ihnen ein Bild zu geben von Dr. Reich, der ein Laboratoriumsarbeiter ist, ein wirklicher Gelehrter, der seit einem Jahrzehnt mit der Experimentierarbeit vertraut ist und folglich gewohnt, die Experimentalmethode in ihrer ganzen Schärfe anzuwenden. Ich nenne Ihnen einige Werke, die Dr. Reich hat erscheinen lassen, wie sie mir gerade einfallen:

Charakteranalyse und ihre Technik,
Dialektischer Materialismus und Psychoanalyse,
Psychischer Kontakt und vegetative Strömung,

sowie andere Arbeiten, die die Massenpsychologie und ihre Beziehung zur Psychoanalyse behandeln.

Diese Vorbemerkungen sind nicht unnütz. Wir sollen in der Tat prüfen und beurteilen — in dem Masse, wie ein Prozess aus Bruchstücken auf Grund von Manuskripten beurteilt werden kann — eine Reihe von Arbeiten, von denen man zumindest sagen muss, dass ihre Resultate absolut überraschend sind und den solidest begründeten wissenschaftlichen Dogmen zu widersprechen scheinen. Eine Beurteilung dieser Art erfordert, ja verlangt oder vielmehr würde eine absolute Objektivität. Ich sage, sie würde diese verlangen, denn die absolute Objektivität ist nicht von dieser Welt — und vielleicht von keiner — und es ist durchaus natürlich, dass wir an die Prüfung einer solchen Frage mit gewissen Gefühlen herantreten, die umso stärker sind dadurch, dass diese Frage Kenntnisse über den Haufen wirft, die, seitdem wir sie erworben haben und sie für endgültig halten, ein Teil unserer selbst gewesen sind. Darum ist die Atmosphäre, die eine solche Mitteilung umgibt, von grosser Bedeutung. Nicht weil man von ihr annehmen müsste, dass sie ein von vornherein günstiges Vorurteil schüfe, sondern, weil sie die Voreingenommenheit bekämpfen soll, die wir mitzubringen versucht sein könnten und ein Gleichgewicht herstellen soll zugunsten dieser Objektivität, die ich soeben erbat. In der Tat, die Vergangenheit und die Arbeiten Wilhelm Reichs müssen ihm das Recht geben, von uns diese Objektivität, das Zurückweisen der Voreingenommenheit, die Des Cartes verurteilte, — wie übrigens ebenso die Übereilung — und

eine sympathische Neugierde zu verlangen, will sagen, eine wissenschaftliche Neugierde, welche die schärfste kritische Haltung einschlägt.

Der Leitgedanke Dr. Reichs, der schon in seinen ersten Versuchen hervortrat, besteht in der Gleichsetzung des elektrischen Spannungs-Ladungs-Prozesses mit dem Prozess des vegetativen Lebens. Auf diesem Gebiet und unter diesem Leitgedanken unternimmt er bereits seit mehreren Jahren Forschungen über den Ursprung des Lebens, indem er vom besagten Prozess ausgeht, und so ist er dahin geführt worden, Versuche zur Herstellung künstlicher Einzeller ((édifices monocellulaires)) zu unternehmen, in denen die Erscheinungen des vegetativen Lebens durch einen ausschliesslich elektro-chemischen Prozess hervorgebracht werden. Wohlverstanden, er führt keine unabhängige elektrische Kraft in die Elemente ein, die er zusammenbringt. Im kolloiden Bereich, wo er arbeitet, treten die Erscheinungen der Oberflächenspannung und der Molekularbewegung gemeinsam mit der Elektrizität spontan auf, zumindestens in der Form von Bewegung. Und die Bewegung wird als eines der Charakteristika des Lebens betrachtet.

So hat er sich zum Grundsatz machen müssen ((c'est ainsi qu'il a du poser en principe)), seine Versuche nur mit sterilisierten Stoffen auszuführen, d. h. also solchen, aus denen nach dem heutigen Stande unserer Mittel und unserer Kenntnisse jeder frühere eigentlich ((proprement)) lebendige Dynamismus entfernt war. Mit andern Worten; gestützt auf eine radikale Pasteurisierung weist er nach, dass es keine radikale Pasteurisierung gibt. Dies möchte ich zunächst nebenbei bemerken.

Dr. Reich hatte mich selbst während einer zu diesem Zweck unternommenen Reise über seine Arbeiten informiert. Er hatte mir einige seiner Schriften zur Übersetzung überlassen, um sie in Frankreich bekanntzumachen. Ich hatte jedoch seit einem Jahre nichts mehr von diesen eingehenden Forschungen gehört, als er mir plötzlich, am 8. Januar dieses Jahres (1937) mit einem Brief und einem kursorischen Bericht zwei versiegelte und sterilisierte Ampullen sandte, die er mich mit einem etwa 3000x vergrössernden Mikroskop zu untersuchen bat. Ich unternahm diese Untersuchungen fast unverzüglich, und ich werde Ihnen den Bericht darüber vorlesen, den ich gleich nach der Beobachtung ausgearbeitet habe. Zunächst aber möchte ich Sie mit dem grundlegenden Bericht Dr. Reichs bekanntmachen. Ich lese ihn in meiner Übersetzung vor. Es ist eine eilige Übersetzung, deren Stil Sie entschuldigen werden, denn ich habe sie noch nicht korrigieren können. Ich kann Ihnen auf jeden Fall ihre Genauigkeit garantieren, wenn sie auch der Eleganz ermangelt. Übrigens ist das Original dieses Berichts, wie das aller Schriftstücke, deren Übersetzungen ich Ihnen vorlesen werde, hier zur Hand und

steht denjenigen unter Ihnen, die Deutsch können und den — durchaus berechtigten — Wunsch verspüren, den Originaltext zu kennen, gerne zur Verfügung.

Am 8.1.1937 erhielt ich folgenden Bericht:

VORLÄUFIGE MITTEILUNG
über
die Herstellung von lebensartigen Gebilden auf Grund der Spannungs-Ladungs-Formel
(Der Text findet sich auf Seite 23)

Über die bisherigen Berichte machte ich folgende Zusammenfassung:

Bericht (Übersetzung aus dem Französischen)

In einem Brief vom 8. Januar hat mir Dr. Wilhelm Reich, wohnhaft in Oslo, die Mitteilung von einem vorläufigen Kommuniquè gegeben, das die Konstruktion von Formationen betrifft, die die Charakteristik des Lebendigen haben und zwar auf der Grundlage der Ladungs-Spannungs-Formel.

Aus dieser Mitteilung ging hervor, dass Dr. Reich am Schlusse mehrjähriger Forschungsarbeit durch bloss physikalische und chemische Prozesse Formationen erhalten hat, die alle Charakteristika des Lebendigen darbieten. Der Bericht schilderte mit einer gewissen Ausführlichkeit den experimentellen Vorgang, d. h. die konstitutiven Elemente der Formationen, ebenso auch die Ordnung, in der die Elemente angewandt wurden; diese Ordnung schien im übrigen, vom Experimentator aus gesehen, die wichtigste Basis der Experimente zu sein.

Diesen Berichten waren versiegelte Ampullen beigefügt, jede mit etwa 5 ccm Inhalt. Sie trugen auf einer Etikette folgende Bezeichnung: Bione 6b.steril.12.I/37. Eine kurze Notiz, die den Ampullen beigefügt war, gab an: Zu beobachten bei 2000-3000-facher binokularer Vergrösserung.

Dienstag, den 26. Januar, also 12 Tage nach dem auf den Ampullen als Entstehungszeit angegebenen Datum war es mir möglich, dank dem Entgegenkommen der Doktoren Ronchese und Saraille, die in Nizza ein analytisches Laboratorium, das mit letzter Vollkommenheit ausgestattet ist, besitzen, eine Reihe von Beobachtungen am Inhalt der Ampullen zu machen, die den vom Experimentator geforderten Bedingungen entsprachen. Ich hatte in der Tat ein binoculares Mikroskop zur Verfügung, das mindestens 2500-fach vergrösserte und bis zu 3000 hinaufgehen konnte, eine Vergrösserung, die trotz Beleuchtungsschwierigkeiten noch eine fruchtbare Beobachtung erlaubte.

Nachdem eine der Ampullen geöffnet war, wurde sogleich eine Probe auf einem sterilen Objektträger genommen. Ein zweiter Objektträger wurde sofort auf den ersten gelegt und mit Paraffin versiegelt, um jede Verdunstung und jede Ansammlungsbewegung der Flüssigkeit nach der Peripherie zu verhindern, die mit einer solchen Verdunstung Hand in Hand geht.

Die Beobachtung ergab sogleich und mit unbestreitbarer Genauigkeit den in der Mitteilung Dr. Reichs beschriebenen Aspekt. Ich konnte dergestalt 4 Haupttypen der Formationen beobachten:

1) Stäbchen, die bei einer Vergrösserung von 2500 scheinbare Dimensionen von ½—1 cm ergaben, also durchaus beobachtbar waren. Diese Formationen bewegen sich auf zwei verschiedene Weisen: Manchmal heftig in Längsrichtung mit plötzlichem Stehenbleiben und Wiederaufnahme der Bewegung bald ondulierend, entsprechend dem, was man als Kriechbewegung bezeichnen kann, d. h. diese Formationen geben den Eindruck von zarten Körpern, die ziemlich breit und flach sind und an die Form gewisser Fische erinnern. Sie präsentieren sich im Schwimmen bald von der Seite, bald von der Fläche aus und scheinen durch Wellenbewegung sowohl der Länge als der Breite als der Höhe nach sich in der Flüssigkeit fortzubewegen, genau wie Fische in einem Aquarium. Diese Formationen besitzen einen Kern, der selbst von Bewegungen und Vibrationen belebt wird. Sie sind im übrigen der Teilung unterworfen und verhalten sich dabei in jeder Hinsicht analog den lebenden Einzellern. Ich habe mehrere unter meinen Augen sich teilen und zwei ähnliche Formationen hervorbringen sehen, wobei sie die bekannten charakteristischen Formen durchliefen.

2) Einzellige Formationen in Pilzform, mit leuchtendem Kern, der von ständigen Erzitterungen belebt war.

3) Formationen bedeutender Grösse, die den Aspekt von Myzelium boten, mit Sporen am Ende jedes Astes. Diese Formationen bewegen sich nicht, sondern sind an Ort und Stelle von einer ständigen Expansions- und Kontraktionsbewegung belebt, die kaum merkbar und sehr langsam ist. Ihre Dimensionen sind im Vergleich zu den vorhergehenden ungeheuer; scheinbare Länge von mehreren Zentimetern bei 3000-facher Vergrösserung.

4) Ungeteilte, kernlose Zellen, die sich auf eine offensichtlich bedeutend mechanischere Weise bewegen, als ob ihnen die Bewegung von aussen mitgeteilt würde.

Das Präparat gibt im ganzen durchaus den Eindruck eines Präparats, das lebende Keime enthält, was a priori im Widerspruch zu stehen scheint mit der gemachten und präzisierten Angabe, dass das Präparat durch Aufkochen erhalten wurde und absolut steril ist.

Es scheint uns trotzdem, dass das Hauptexperiment, das über die Frage des lebendigen oder unlebendigen Zustandes dieser Formatio-

nen zu entscheiden hätte, das der Weiterzüchtung auf Kulturen wäre. Die progressive Elimination der künstlich gebildeten ersten Elemente und ihre Ersetzung durch neue Formationen, die durch ihre eigenen Möglichkeiten hervorgebracht sind, würde allein erlauben, ob man es mit dem dem Lebendigen eigenen Dynamismus zu tun hat oder mit einem blossen Schein, «imitiert» durch chemische und elektrische Prozesse. Es ist zu hoffen, dass diese Experimente bis zur endgültigen Aufklärung dieser grundlegenden Frage fortgeführt werden können und in jedem Fall gebührt Herrn Dr. Reich die Ehre, bis zu diesem Punkt vorgedrungen zu sein.

Nizza, 3. Februar 1937.

Roger du Teil

Ich muss diesem Bericht hinzufügen, dass Herr Dr. Rochese, der mit mir — und sogar vor mir — die betreffenden Zellbildungen geprüft hat, nach sehr aufmerksamer Lektüre des Berichts von Dr. Reich sich zwar die Interpretation, die man den beobachteten Erscheinungen geben könnte, vorbehalten hat, jedoch keinen Augenblick die Richtigkeit des Experiments bezweifelte, durch das die Bione erhalten wurden. Dies Urteil ((attitude)) eines Bakteriologen muss hier angeführt werden, da es ein günstiges Licht auf diese Richtigkeit wirft, diesen «Ernst» ((ce sérieux)), der bei allen Forschungen dieser Art walten muss. Und ich möchte sofort hinzufügen, dass Herr Deel, der Bakteriologe aus Cannes, der gleichfalls die verschiedenen Berichte gelesen und die Kulturen in der Hand gehabt hat, zwar ebenso Vorbehalte in Bezug auf die Interpretation gemacht hat — übrigens andere als Herr Rochese —, aber ebensowenig auch nur einen Augenblick die konkrete Tatsache bezweifelt hat, will sagen, die Entwicklung von Keimen, die zwei Stunden bei 180° im Sterilisator gewesen waren. Er fügte sogar hinzu, dass die Kultur, die er in Händen hielt, durchaus den Anblick einer «reinen» Kultur böte ((était au premier examen, une culture «pure»)), was die Hypothese ausschlösse, dass es sich um sogenannte «Luftkeime» handle. Wir werden übrigens sehen, dass bei den späteren Versuchen besonders aufmerksam diese verschiedenen Einwände auszuschalten versucht worden sind.

Am 8. Februar schrieb Dr. Reich mir von neuem und teilte mir mit, dass er die Bione methodisch kultiviert habe und dass er mich auf dem Laufenden halten würde, da er wie ich der Meinung wäre, die ich ihm mitgeteilt hatte, dass das Gelingen dieser Kulturen von äusserster Wichtigkeit für die mögliche Interpretation seiner Entdekkung wäre.

Am 16. Februar schrieb mir Dr. Reich wiederum und machte mir, als Antwort auf eine Bitte von mir, alle Angaben, die notwendig waren, damit ich selbst eine Bionkultur anlegen könnte. Er entzog

sich also nicht der Kontrolle, sondern suchte sie im Gegenteil. Das ist noch ein günstiges Symptom seiner Gewissheit, keinen experimentellen Fehler begangen zu haben. Ich lese Ihnen jetzt den Brief vor.

Oslo, den 16. Februar 1937.

Sehr geehrter Herr Professor!

Ich möchte Ihnen heute einige brauchbare und eindeutige Resultate meiner Versuche, die Bione zu kultivieren, mitteilen. Ich stimme Ihnen vollkommen darin bei, dass die Frage der Urzeugung nicht durch die mikroskopischen Befunde, sondern wesentlich nur durch gelingende Kulturen, steriler, d. h. gekochter kolloidaler Mischungen zu entscheiden ist. Ich freue mich, Ihnen nun einige positive Resultate mitteilen zu können. Die Sache ist einfacher als sie mir in diesen Monaten schwerer experimenteller Arbeit erschien.

Ich wäre Ihnen ausserordentlich dankbar, wenn Sie, wie Sie schreiben, meine Versuche an einem dortigen Laboratorium verfolgen und kontrollieren würden. Ich bin überzeugt, dass ich dadurch nur gefördert würde. Ich stimme also Ihrem Wunsche, die Sache mitzuverfolgen, herzlich bei und freue mich darüber. Das gleiche gilt für die Kulturen.

In der letzten Woche gelang mir die Kultivierung von frischen Bionpräparaten auf Agar-Nährboden und in Bouillon und zwar gehen alle vier Typen auf. Es zeigt sich dabei, dass ganz frische gekochte Bion-Mischungen viel langsamer aufwachsen und in der Kultur weit weniger Bewegung geben als etwa 2—5 Tage alte gekochte Bione. Ich würde Ihnen empfehlen, selbst eine solche Bionmischung nach meinen Angaben von der ersten Mitteilung herzustellen, die Mischung selbst etwa eine Stunde bei 160° im Trockensterilisator zu kochen und die paraffinierten und verschlossenen Ampullen erst einmal 3—4 Tage stehen zu lassen. Aus der sterilen Ampulle werden steril etwa zwei Tröpfchen mit einer Pasteur-Pipette entnommen und die Oberfläche des Agar-Nährbodens mit der Flüssigkeit bestrichen. Nach 24 bzw. 48 Stunden ergibt sich entweder ein feiner, hügeliger Überzug, der nicht farbunterschieden ist, oder ein dichter, grauweisser Aufwuchs. Ich konnte noch nicht feststellen, was diesen Unterschied bedingt. Viel eindeutiger ist die Kultivierung in Bouillon. Schon nach 24 Stunden trübt sich die Bouillon-Flüssigkeit stark und im Mikroskop zeigt sich ein sehr lebhaftes bewegtes Bild von Stäbchen, runden Kokken, grossen kernhaltigen Zellen und schliesslich in sich bewegte amöboide Gebilde.

Gestern kochte ich eine Bouillon-Kultur von Bionen eine Viertelstunde lang im Sterilisator, doch im Dunkelfeld schon bei etwa 250-facher Vergrösserung waren sowohl Bewegung wie die Form der Ge-

bilde erhalten. Ich selbst traue meinen Augen nicht, wenn ich das sehe, doch wir haben die Kulturversuche in den verschiedensten Formen so oft gemacht, dass ein Zweifel daran nicht mehr möglich ist.

Ich schicke Ihnen gleichzeitig eine Kulturprobe. Sollten Sie sich von der Richtigkeit der Angaben überzeugen, bitte ich Sie, darüber an die Akademie zu berichten. Ich selbst werde jetzt die Kontrollversuche komplettieren, eine ausführliche Mitteilung anfertigen und sie an die Akademie und mit Abschrift an Sie schicken.

W. R.

19.II.37. Nachtrag:

Ich zögerte einige Tage mit der Verschickung dieses Briefes, weil die Kontrollversuche sehr merkwürdige Resultate ergeben und sich mir sehr merkwürdige Tatbestände eröffnen. Doch es scheint, dass die Durchführung aller Kontrollversuche sehr lange Zeit in Anspruch nehmen wird, und ich möchte Sie nicht unnötig warten lassen. Es zeigt sich also immer wieder, dass gekochte Bion-Mischungen, die zwei bis drei Tage im Thermostaten stehen, in Bouillon regelmässig sehr starken Aufwuchs ergeben. Frische Mischungen und Bione sofort nach dem Kochen erweisen sich als lebensschwach, d. h. der Aufwuchs auf Agar ist nicht so stark wie nach drei bis vier Tagen. Es bestätigt sich auch, dass eine Viertelstunde lang *gekochte* Bionkulturen weiter Aufwuchs ergeben. Ich habe in diesen zwei Wochen bei wiederholten Bouillonimpfungen kein einziges Fehlresultat gehabt. Ich muss Sie bitten, sich mit den ausführlichen Details dieser Tatbestände und der Kontrollversuche zu gedulden, bis ich sie zu einem gewissen Abschluss gebracht habe. Schreiben Sie mir bitte, ob Sie wünschen, dass ich Ihnen sterile Bionpräparate zur Kultivierung einschicke, oder ob Sie es vorziehen, selbst die Mischung herzustellen und zu kultivieren. Ich habe bisher vier Stämme verschiedener Bion-Mischungen auf Bouillon und grossenteils auf Agar gezüchtet (Stamm IV—VII). Stamm I bis IV wurden auf Eiweissnährboden gezüchtet, doch wurde dieser Nährboden wegen Unsicherheit und der Gleichartigkeit der Substanzen aufgegeben. Ich wäre Ihnen sehr dankbar, wenn Sie mir über das Resultat Ihrer Überprüfung schreiben würden. Der Mitteilung der Kultivierbarkeit der Bione in Bouillon steht, was die Sicherheit des Befundes anlangt, nichts im Wege. Es fiel mir bisher nur auf, dass in Bouillon die Stäbchenform überwiegt, auf Agar überwiegend Kokken zur Entwicklung kommen. Welche Bewandtnis es damit hat, weiss ich nicht. Es ist möglich, dass der Nährboden eine gewisse Bedeutung für die Auswahl der verschiedenen Typen hat. Ich bin gerade dabei, herauszufinden, worauf diese Erscheinung beruht.

Am 22. Februar schrieb Dr. Reich mir von neuem und kündigte

mir die Zusendung von Kulturen an, wobei er mir die sorgfältigsten Detailangaben über den experimentellen Prozess machte.

Oslo, den 22.II.37.

Sehr geehrter Herr Professor und Kollege!

Ich muss Sie mit einem kurzen Nachtrag zu meinem Brief vom 20.II. belästigen. Die weiteren Kontrollen haben so merkwürdige Tatbestände ergeben, dass ich nochmal betonen muss: Die bisherigen Versuche mit der Sterilisation der Bione und deren Kultivierung wurden in folgender Weise durchgeführt:

Die Grundstoffe, die in der ersten Mitteilung über die Bionzusammensetzung angegeben wurden, wurden vor der Mischung gekocht und nach erfolgter Mischung in Glasgefässe in einen Trockensterilisator von 160° gestellt. Die Flüssigkeiten kochten eine halbe Stunde bis eine Stunde im Sterilisator bei 100°. Die Kulturen wurden eine Viertel-bzw. eine halbe Stunde auf die gleiche Weise im Sterilisator, der auf 160° gestellt war, gekocht. Man könnte nun den Einwand machen, dass das Kochen durch eine Stunde im Trockensterilisator nicht genüge, um Infektion von aussen her oder von innen her durch bakterielle Keime auszuschliessen. Um diesen Einwand zu prüfen, werden wir jetzt folgenden Versuch machen: Wir werden die Substanzen, die die Bione zusammensetzen, soweit sie Trockensubstanzen sind, im Trockensterilisator *trocken* bei 180° zwei Stunden lang sterilisieren. Die Flüssigkeiten, die zur Bionherstellung notwendig sind, werden wir im Autoklaven eine halbe Stunde lang bei 120° sterilisieren und dann die Trockensubstanzen mit den Flüssigkeitsubstanzen mengen, dieses Gemenge steril aufbewahren und nach 48 Stunden in Bouillon impfen. Als zweiten Kontrollversuch werden wir die Substanzen erst mischen und dann im gemischten Zustand bei 120° autoklavieren.

Hierzu noch folgende Bemerkungen, die mir wichtig erscheinen. Bei diesen Versuchen ist nicht zu beweisen, dass die Bione sich wie Lebewesen bewegen, denn das ist ja mikroskopisch eindeutig festzustellen. Diese Versuche haben einzig und allein die Aufgabe, den Einwand auszuschliessen, dass es sich bei den Kultivierungsergebnissen um Infektion von aussen her, von den sogenannten Keimen der Luft her, handelt. Ich mache übrigens auch, um diesen Einwand auf seine Richtigkeit zu prüfen, gleichzeitig Versuche mit Impfung von Staub aus dem Staubsauger in den verschiedensten Formen. Bisher zeigte es sich, dass die Staubkulturen makro- und mikroskopisch ein anderes Aussehen haben als die Bionkulturen.

Ich schreibe Ihnen dies zur vorläufigen Orientierung, um Ihnen die Sicherheit zu geben, dass wir hier mit voller Skepsis, aber auch mit der absoluten Bereitschaft, das Vorhandene zu sichern, alle nur

erdenkliche Mühe aufwenden, um die Kultivierbarkeit der Bione als *eindeutiges* Ergebnis zu gewinnen.

Mit allerbesten kollegialen Grüssen
Ihr
W. R.

Die angekündigten Kulturen liessen einige Tage auf sich warten. Dr. Reich telegraphierte mir am 25. Februar, um mir ihr Gelingen und ihre Absendung anzuzeigen.

Am 27. Februar schliesslich erhielt ich gleichzeitig mit einer ersten Sendung Kulturen, der nach drei Tagen eine zweite folgen sollte, die von einem Schema begleitet war, einen Brief und einen zweiten Bericht.

Oslo, den 27. Februar 1937.

Sehr geehrter Herr Professor und Kollege!

Wie ich Ihnen in der vorigen Woche telegraphisch Bescheid gab, war mir der Autoklavierungsversuch gelungen. Ich sende Ihnen in der Anlage Proben von Kulturen aus *autoklavierten* Bionmischungen ein, und ebenso eine zweite vorläufige Mitteilung nur über das positive Ergebnis. Sie finden den Kulturen beigelegt ein Schema über die Impfung der Kulturen und ebenso eine Beschreibung in der Mitteilung.

Darf ich Sie bitten, von den Kulturen nach eigenem Gutdünken an die Pariser Akademie zu verschicken und ebenso das zweite Exemplar der «vorläufigen Mitteilung». Ich bitte Sie sehr, mir mitzuteilen, ob Sie mit der Herstellung und Kultivierung von Bionen nach meinen brieflichen Angaben Erfolg hatten. Ich möchte besonders auf die merkwürdigen Agar-Amöbenformen aufmerksam machen, die mich sehr in Erstaunen versetzen.

Mit allerherzlichstem Dank
verbleibe ich
Ihr
W. R.

ZWEITE VORLÄUFIGE MITTEILUNG
betreffend
Die Kultivierbarkeit der Bione
von
Dr. Wilhelm Reich (Oslo)

Hier folgte wörtlich der Bericht über die Kultivierung der Bione Pr. 6 auf Bouillon und Agar samt positivem Autoklavierungsresultat wie im Kapitel über die Kultivierung (Kap. III, S. 26).

Ausserdem haben Sie hier die Kulturen, um die es sich handelt, und können sie prüfen, wenigstens makroskopisch. Ich darf Ihnen mitteilen, dass die Kultur auf Agar, die diese Wellenform bevorzugt, sich in den wenigen Tagen, seitdem sie in meinem Besitz ist, sehr merklich entwickelt hat, sie wächst, während man sie betrachtet. Wenn man bedenkt, dass es sich um Elemente handelt, die bei 180° im Sterilisator gewesen sind, so ist man bestürzt — und ein wenig zu Zweifeln geneigt ((et un peu rêveur)) über die Wirksamkeit der zur Zeit gebräuchlichen Sterilisationen. Ich sage dies, ohne unser sympathisches Mitglied aus dem Pharmazeutenfach oder auch unsere verehrten medizinischen Mitglieder treffen zu wollen!

Ich bin am Ende der objektiven Tatsachenaufzählung. Bevor ich sie Ihrer Diskussion übergebe, möchte ich jedoch Ihnen einige persönliche Betrachtungen darüber vortragen.

Die Betrachtungen, die man anlässlich dieser Versuche anstellen kann, sind von zweierlei Art. Sie können entweder die Tatbestände oder deren Interpretation betreffen.

Über die Tatbestände kann man wiederum zwei Arten von Betrachtungen vorbringen, die sich entweder auf die Konstruktion organisierter Gebilde aus unorganisiertem Stoff beziehen oder auf den Widerstand dieser Gebilde gegen die Zerstörung durch Sterilisation. Bemerken wir übrigens, dass diese beiden Tatsachenreihen sich darin treffen ((se commandent en ce sens)), dass die unorganisierten Elemente, die bei dem Experiment verwandt werden, vorher sterilisiert sind und dass weiterhin auf jeder Stufe des Versuchs eine neue Sterilisierung durchgeführt wird, so dass sich auch die Frage der Möglichkeit des Unorganisierten ((de l'inorganisé possible)) auf jeder Stufe von neuem erhebt. Dieser Umstand erlaubt übrigens eine Vervielfachung der Nachprüfungen, da mit jedem neuen Kochen ein neuer vollständiger Versuch zur gestellten Frage des Übergangs vom Unorganisierten zum Organisierten durchgeführt ist. In der Tat ergaben die Anfragen, die ich an Spezialisten gestellt habe — und ich bitte die hier anwesenden Spezialisten dies zu bestätigen oder zu entkräften — dass man bei dem heutigen Stande der biologischen Wissenschaft keinen Keim kennt, der einer Temperatur von 180° widersteht. Es wäre also auf jeden Fall das Minimum (wenn ich so sagen darf) der Entdeckung, die Dr. Reich gemacht hat, darin zu sehen, dass Organismen gefunden wären, die alle Charakteristika des Lebens zeigen und diesen Temperaturen widerstehen. Und diese Entdeckung kann von jetzt an von jedem von uns mit Hilfe der Bione und der Bionenkulturen, die mir Dr. Reich geschickt hat, bestätigt werden.

Im gleichen Zuge ((A cheval)) sozusagen, da wir nun einmal bei den Tatbeständen und ihrer Interpretation sind, kann man eine an-

dere Reihe von Betrachtungen vorbringen, die sich auf den endogenen oder exogenen Ursprung der so entdeckten Keime beziehen.

Auf die Bemerkung, dass es sich um Bakterien aus der Luft handeln könnte, antwortet Dr. Reich, wie Sie gehört haben, auf zweierlei Weise: erstens wie auf die anderen Einwände durch die Sterilisierung bei 180°, der kein bekannter Keim widersteht, zweitens, indem er atmosphärischen Staub aus einem Staubsauger nimmt und ihn kultiviert. Die so erhaltenen Kulturen haben nichts Gemeinsames mit den Kulturen, die Herr Deel gestern als offensichtlich «reine» Kultur kennzeichnete.

Auf den Einwand, dass der Kulturboden Keime enthalten könnte, ist die erste Antwort, dass deren Entwicklung nicht allein auf dem beimpften Gebiet vor sich gehen würde. Die zweite besteht wiederum in der Sterilisation, die dritte in der Tatsache, dass solche Keime polymorph wären und auch nicht das Bild einer «reinen» Kultur bieten würden. Nachdem die Tatbestände so in einem günstigen Licht dastehen ((étant ainsi nantie d'une présomption favorable)), kommen wir, in Erwartung einer absoluten Bestätigung, die nicht auf sich wird warten lassen, zu ihrer Interpretation. Hier treffen wir auf zwei Einwände in Bezug auf die von Dr. Reich aufgestellte Hypothese — obgleich er auf diesen Punkt noch keinen Nachdruck gelegt hat —, die nämlich, dass es sich wirklich um lebende Organismen handle.

Der erste Einwand würde besagen, dass es sich nur um elektrische und chemische Prozesse handle, die der Brown'schen Bewegung verwandte Bewegungen zeigen (das ist der prizipielle Einwand des Dr. Ronchese). Reich antwortet darauf mit der Kultur.

Der zweite Einwand, von Herrn Deel erhoben, besagt, dass das Lezithin ein lebender Stoff sei. Die Entdeckung würde also nicht die des Gliedes sein, das in der Kette vom Anorganischen zum Organischen fehlt, sondern nur darin bestehen, einen lebenden aber noch nicht organisierten Stoff «organisiert zu haben». Man kann auf diesen Einwand antworten, dass Lezithin im Eigelb nur als Nährstoff betrachtet wird, während das Leben wahrscheinlich im Eikeim lokalisiert ist. Der Prozess der Lezithingewinnung, Rühren ((agitation)) und Auflösung in Äther, Reinigung mit Zinkchlorür, das ein wenig lösliches Doppelsalz bildet, aus dem man das Lezithin durch Schwefelwasserstoff regeneriert — macht durchaus den Eindruck eines ausschliesslich chemischen Prozesses, in dem sich keinerlei vitaler Dynamismus findet. Und dann muss auf jeden Fall ja die Sterilisierung, jedenfalls nach dem heutigen Stande unseres Wissens, das Leben ausschliessen. Selbst wenn das Lezithin etwas anderes wäre als der Stoff, aus dem der Bildungsdotter aufgebaut ist, würde es durch diese Sterilisierung getötet werden.

Wenn man uns im übrigen sagt: Es handelt sich um elektroche-

mische Prozesse, die vollständig und absolut in allen seinen Äusserungen nachahmen, was wir das Leben nennen — so müssten wir ohne Zweifel antworten: Wenn man zwei Dreiecke zur Deckung bringen kann, welches ist dann das erste, welches das zweite? Welches Leben würde das wahre und welches das falsche sein? Und von hier aus — ich möchte diese Mitteilung, die schon vom wissenschaftlichen Standpunkt aus einigen Stoff zur Diskussion bietet, mit einem flüchtigen Ausblick auf das metaphysische Gebiet beschliessen — werden wir nicht von hier aus, einmal zugegeben, dass wir durch elektrochemische Prozesse einzellige Organismen konstruieren können, die mit allen Eigenschaften des Lebens in dem unreduzierbaren Sinn genommen, in dem wir es bis jetzt verstanden — nicht mehr in diesen materiellen Erscheinungen der Bewegung, der Ernährung und der Teilung zu sehen, sondern in der von einem *Keim* ausgehenden Organisation differenzierter Gebilde, die einem Typus, der Gattung, entsprechen? Und bestände das Ergebnis dieser Versuche, die uns a priori zu einer materialistischen Lösung der Frage des Lebens geneigt zu machen schienen, nicht im Gegenteil darin, dass es uns verpflichtete, das Leben in einer «organisierenden Intention» zu sehen, es radikal dem Gebiete des Geistes zuzuweisen?

Praktisch gesprochen, glaube ich, dass unsere Intervention und das Interesse, das wir dieser Entdeckung entgegenbringen werden, der wissenschaftlichen Sache die grössten Dienste leisten können und müssen, indem es Dr. Reich möglich gemacht wird, in Frankreich, an der Akademie der Wissenschaften seine Entdeckung bekanntzumachen, wenn wir die Richtigkeit seiner Versuche anerkennen und ihn auf Fehler in den Experimenten oder der Interpretation aufmerksam machen, falls wir solche finden. Und in dem einen wie in dem andern Falle hätten wir eine nützliche Arbeit getan.

Ich möchte Sie also bitten, nach der Diskussion einige unserer Mitglieder zu bestimmen, die den Auftrag hätten, mir bei der Versuchsreihe, die ich zum Zwecke der Bestätigung der Resultate der Arbeiten des Dr. Reich zu unternehmen beabsichtige, zu assistieren.

gez. Roger du Teil

Nachbemerkung:

Nach stattgehabter Diskussion bestimmt die Philosophische Gesellschaft, indem sie das offensichtliche Interesse anerkennt, dass die Arbeiten des Dr. Reich darbieten, wie sie auch zu interpretieren seien, die folgenden Mitglieder als Assistenten Herrn Roger du Teils bei seinen Nachprüfungsarbeiten:

Herrn Dr. Chartier

Herrn Dr. Perisson

Fräulein Fermand, ausserordentlicher Professor
der Naturwissenschaften

Herrn Claude Saulnier, Pharmazeut.

Darüber hinaus wünscht sie, dass mit dieser Angelegenheit baldigst ein grosses französisches Laboratorium, vor allem das Laboratorium Lumière in Lyon, betraut werde.

Sitzung vom Sonntag, den 7. März 1937.

V. KAPITEL

KULTIVIERUNGSVERSUCHE MIT ERDE, KOHLE UND RUSS

1. AUSSCHALTUNG DES EINWANDES PRÄEXISTENTER SPOREN

Die Kontrollversuche, die bisher seit etwa zwei Jahren gleichzeitig mit den Bionversuchen durchgeführt wurden, gingen von folgenden zwei grundlegenden Fragen der Interpretation aus:

Erstens; Sind die Bione und deren Kulturen vielleicht Ergebnisse einer Infektion aus der Luft?

Zweitens; Welche spezifische Bedeutung haben die einzelnen Stoffe, aus denen sich die Bione durch Kochen zusammensetzen?

Die erste Frage lässt sich leicht durch folgende Tatbestände beantworten: Die Bione können nicht durch Infektion von der Luft her während der Herstellung zustande kommen, denn:

1. Die bewegten Kokken, Stäbchen und amöboiden Gebilde sind in dem Augenblicke vorhanden, in dem die erste und die zweite Mischung (vgl. erste vorläufige Mitteilung) zusammengefügt werden.
2. Infektion von der Luft her ist ausgeschlossen durch die korrekte und peinlich genaue Beachtung der Sterilisationstechnik.
3. Die Bione verlieren auch durch langes und wiederholtes Kochen und Autoklavieren ihre Beweglichkeit und Kultivierbarkeit nicht.

Die sterilen Bione und Bionkulturen der Mischung 6 unterscheiden sich *makroskopisch* und *mikroskopisch* von Fäulnisbakterien, Schimmelpilzen und anderen Gebilden, die man in unsterilen Gewebs- oder Graspräparaten findet durch die Form, Bewegungsart und die Farbe des makroskopischen Aufwuchses.

Anders steht es mit der zweiten Frage: Stammen die Bione etwa garnicht aus den unorganisierten leblosen Stoffen, die gemeinsam gekocht werden, sondern aus «Sporen» die sich in Stoffen wie Kohle und Gelatine befinden könnten und Kochen bei 100° oder 120° widerstehen? In diesem Falle läge also nicht die Organisierung leblosen Stoffes zu lebendigen Gebilden vor, sondern bloss die Entwicklung unbekannt gebliebener Sporen.

Im Verlaufe der Arbeit an gekochter Kohle und Erde bestätigte sich immer wieder die erste Beobachtung, dass diese Substanzen in gekochtem Zustande weit mehr Bewegung oder «Leben» aufweisen als in ungekochtem. Der Einwand, dass durch das Kochen Sporen frei würden, die in diesen Stoffen vorher vorhanden waren, meldete sich jedoch immer wieder nicht nur in der eigenen Überlegung sondern auch von Bakteriologen. Es hiess, das wäre nichts besonderes. In den Stoffen wären eben Sporen vorhanden, die durch das Kochen frei würden. Nun war klar, dass die einfache Beobachtung beim Kochversuch und der Vergleich mit nicht gekochter Substanz nicht genügten, um diese Auffassung präexistenter Sporen endgültig zu widerlegen. Ich zweifelte keinen Angenblick daran, dass es Sporen *gibt,* aus denen sich Lebewesen entwickeln können. Doch es widersprach allen meinen Beobachtungen, wenn behauptet wurde, dass diese Sporen absolut von ewig her vorhanden wären. Es meldeten sich viele Bedenken dagegen. Wie sollten denn die Sporen in das Innere bei tausenden von Graden destillierten Kokses hineingekommen sein? Wie sollten Sporen in Grashalmen oder im strukturierten quergestreiften Muskel in Erscheinung treten, wo sie in ungekochtem Zustande der Substanz auch bei schärfster mikroskopischer Vergrösserung nicht zu sehen sind? Und wie waren sie *mit einem Male* nun da, nachdem Fleisch, Moos, Gras, Kohle oder Erde gekocht waren? So scharf auch diese Überlegungen die metaphysische Sporentheorie widerlegten, die Widerlegung blieb noch theoretisch. Sie war nicht experimentell fundiert. Ich stand nun vor der Aufgabe, eine experimentelle Anordnung zu treffen, bei der die Sachlage klargestellt werden konnte. Was ich auf den folgenden Seiten beschreiben werde, könnte den Eindruck machen, als wäre die Arbeit völlig glatt, ohne Schwierigkeiten, ohne Sorgen abgelaufen. Das Gegenteil ist der Fall. Es gab Wochen und Monate des Stillstandes der Arbeit, in denen das Ganze wie in einer Sackgasse zu stecken schien, bis ein Einfall recht einfacher Art einen Ausweg ergab.

In den bisherigen Kochversuchen wurden der Akt der Sterilisation und der Akt der Aufquellung der Materie in *Einem* vollzogen. Mir fiel nun ein, dass man die Sterilisation, d. h. also die Abtötung der vorhandenen Sporen und die lebenserzeugende Quellung voneinander trennen könnte.

Erde und Kohle werden (gesondert) zu Staub zerrieben, in Pe-

trischalen gegeben und in dieser Weise in den Trockensterilisator gestellt. Die Temperatur des Trockensterilisators wird auf 180° gestellt. Als Standard-Zeit der *Trockensterilisation* bei 180° werden zwei Stunden eingehalten, doch es wurden auch Versuche mit fraktionierter und auch länger dauernder Trockensterilisation mit dem gleichen Ergebnis vorgenommen. Vor dem Ablauf der zwei Stunden wird autoklaviertes 0,1 n Kalium-Chlorid in steril gehaltene Eprouvetten verteilt, so dass diese zu zwei Drittel gefüllt sind. Die Eprouvetten werden mit hydrophober Watte dicht verschlossen. Das Kalium-Chlorid, das schon vorher sterilisiert war, wird noch einmal zur Erhöhung der Sicherheit eine halbe Stunde bei 120° autoklaviert. Nun wird ein Glas- oder Metallspatel durch eine Gasflamme mehrere Male langsam durchglüht. Wir öffnen den Trockensterilisator und eine Eprouvette mit Kalium-Chlorid. In möglichst rascher Folge wird eine Spatelspitze voll Kohlenstaubs bzw. Erdstaubs in die KCl-Eprouvette gefüllt. Diese wird sofort verschlossen und in den Sterilisator gestellt. Man kann auch die Erde bzw. Kohle in Eprouvetten trocken sterilisieren und nach zwei Stunden Kalium-Chlorid nachfüllen. Die Eprouvetten werden schräg aufgestellt, um eine grössere Flüssigkeitsoberfläche herzustellen. Das erleichtert erfahrungsgemäss die Auflockerung der Erde und des Kohlenstaubs. Derart wird die KCl-Kohle- bzw. - Erd-Mischung gekocht; bestimmte Zeiträume lassen sich dafür nicht fixieren, denn es kommt nicht auf die Zeit des Kochens an, sondern darauf, *dass durch das Kochen sowohl die Erd- wie die Kohle-Lösung einen trüben, dichten, kolloiden Charakter erhält.* Das ist in dem einen Falle schon etwa nach einer halben Stunde, in einem andern Falle jedoch erst nach einer oder anderthalb Stunden Kochen der Fall und hängt von der Menge und der Teilchengrösse der Erde bzw. der Kohle ab.

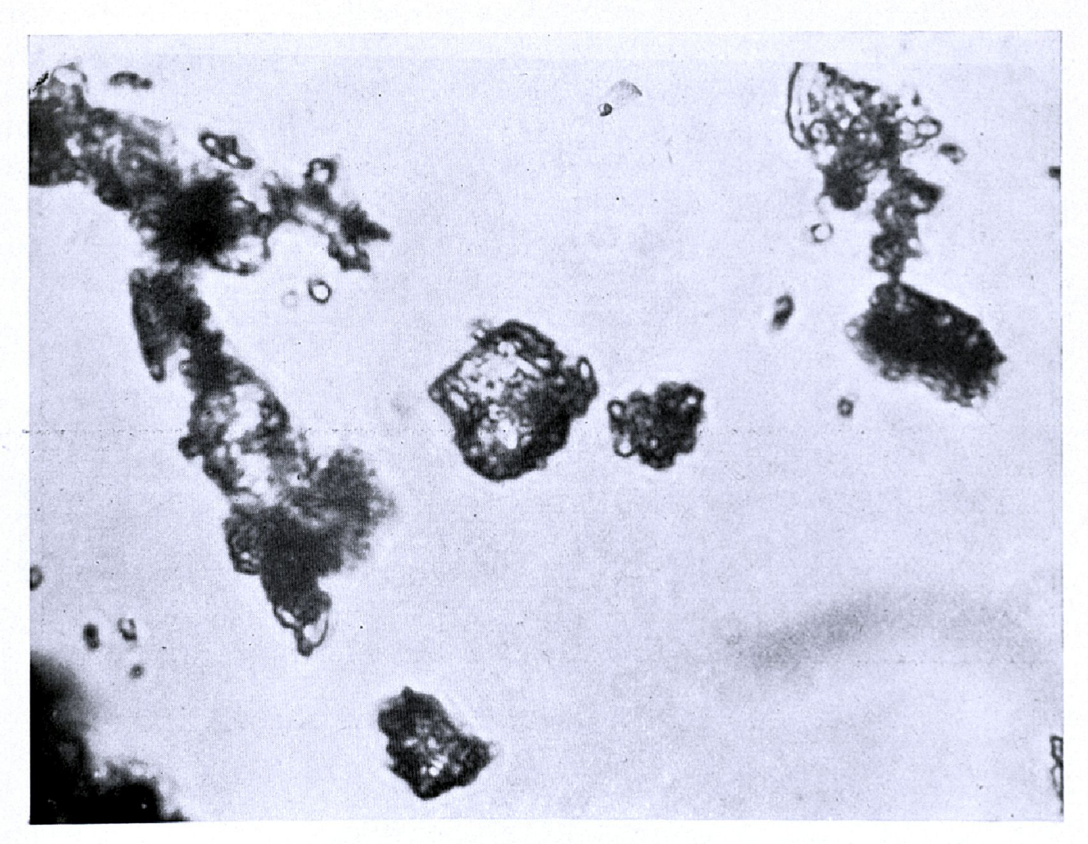
Das Wichtigste der gesamten Prozedur ist die Erreichung eines wenn auch nur für kurze Zeit stabilen Zustandes der suspendierten Kohle- bzw. Erd-Teilchen in der Flüssigkeit. Das Experiment gibt kein positives Ergebnis, wenn:

a) die Kohle bzw. die Erde bei Entnahme der Eprouvette aus dem Trockensterilisator noch am Boden liegt und die Flüssigkeit klar ist,

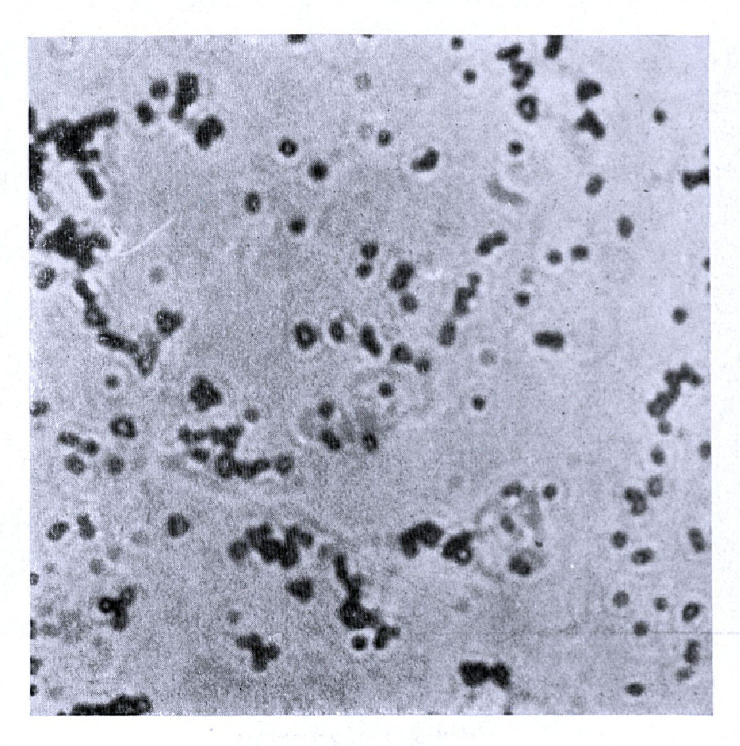
b) wenn suspendierte Kohle- bzw. Erd-Teilchen nach Entnahme aus dem Trockensterilisator langsam oder rasch absinken.

Ein positives Ergebnis stellt sich nur dann ein, wenn die Suspension der Teilchen wenn auch nur 5 Minuten lang anhält. Die Teilchen pflegen auch bei lange und gut gekochten Präparaten früher oder später abzusinken.

Aus der Kohle bzw. Erd-Suspension werden, gleichgültig ob im

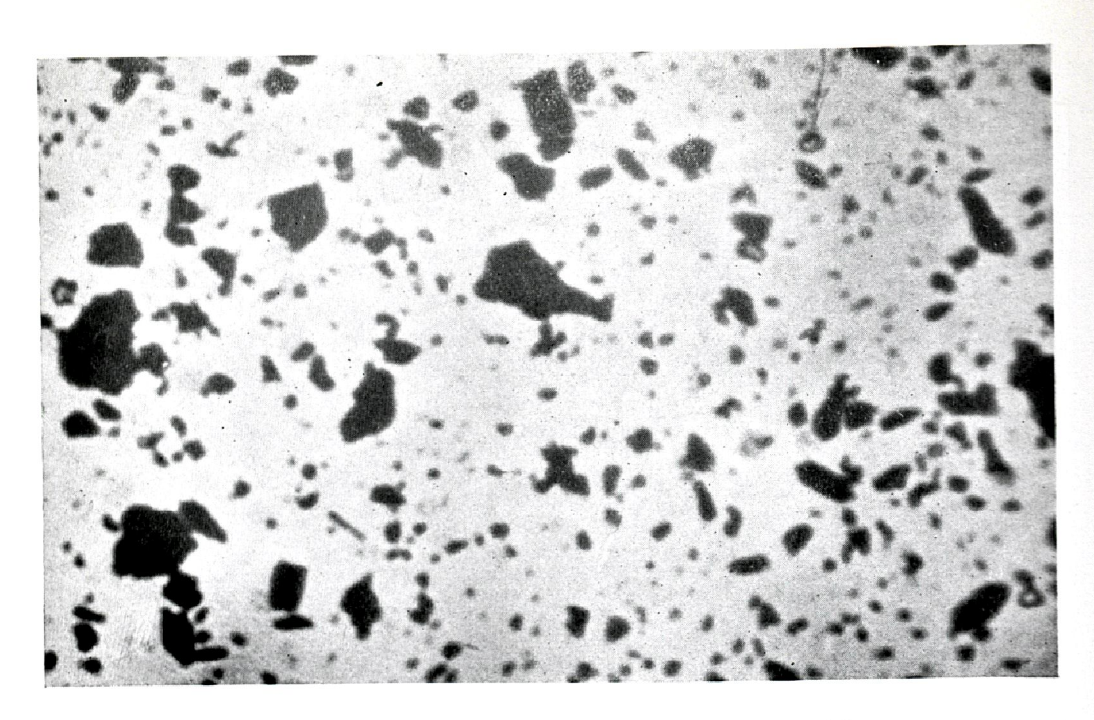


48. Gartenerde, trocken sterilisiert bei 180°
1000-fach

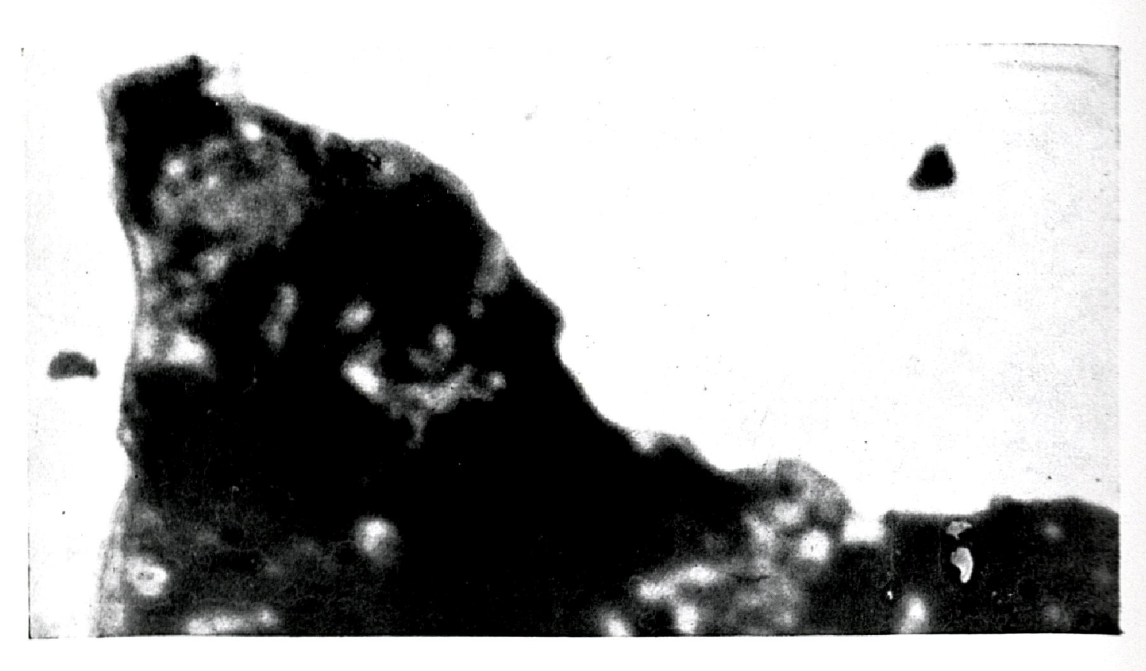


49. Kultur dieser Gartenerde I db 16,
1000-fach, gramgefärbt

Tafel XXIV



50. Bei 180° trocken sterilisierte Kohle 1000-fach



51. Dieselbe Kohle in Kalium-Chlorid 8 Wochen lang, blasig aufgehellt.
Zeitgerafft aus Filmpräp. 1, 2 u. 3

kochenden oder nicht kochenden Zustande, mit einer trocken sterilisierten Pasteur-Pipette einige Tropfen entnommen und mikroskopisch sowie elektrisch untersucht. Es zeigt sich zweierlei: *Elektrisch:* Sowohl die Kohle- wie die Erd-Teilchen bewegen sich bei Durchschickung eines Stromes von 2 Milliampère durch das Präparat (Technik an anderer Stelle) zur Kathode. Wendet man den Strom, dann wendet prompt die Bewegungsrichtung. Ebenso stoppt die Bewegung prompt, wenn man den Strom unterbricht.

Nach längerer Durchströmung werden die Teilchen *negativ* elektrisch. Ebenso wie etwa Staphylokokken.

Mikroskopisch untersuchen wir in zweifacher Weise: Zunächst im Dunkelfeld mit 10x Objektiv und etwa 16x Kompensationsokular, bei schräg gerichtetem Doppel-Einblickrohr. Bei korrekter Einstellung der Dunkelfeldschraube und der dichtesten Mittelschichte des Präparats sieht man lebhafteste Bewegung von Einzelbläschen und Bläschenhaufen. Nun stellen wir eine Vergrösserung von mindestens 2000 ein. Man sieht einige Kohle- bzw. Erdkristalle ruhig da liegen. Doch in der Mehrzahl sind die Kohle- und Erdkristalle grün-farbig, blasig aufgelockert, besonders an den Rändern. Man sieht Schläuche, die sich bewegen, dehnen, zusammenziehen und krümmen. Die blasig strukturierten Kohle- und Erdgebilde kriechen mit ruckartigen wie unbeholfenen Bewegungen im Felde herum. Man sieht Stäbchen und Kokken in rascher zittriger Fortbewegung durch das Feld wandern. Es ist Bewegung vom Typus einzelliger Lebewesen. War die Suspension nicht gut genug, dann sieht man die gleichen Gebilde weniger oder garnicht bewegt daliegen. Dauernde Suspension der Teilchen in der Flüssigkeit, elektrische Positivität und Bewegung gehören hier offenbar zusammen. Hat man die genannten drei Grundkennzeichen des Präparats, so impft man aus der kochenden kolloidalen Lösung in Fleischbouillon. Nach 24 Stunden gibt in vielen Fällen sowohl die Erde wie die Kohlenimpfung eine dichte, milchige Trübung der Bouillon. Die mikroskopische Untersuchung ergibt überwiegend stäbchenförmige, rasch fortbewegte oft schleppende Gebilde. Die Kohle- bzw. Erd-Amöboide, die am Vortage dem kochenden Präparat entnommen wurden, finden sich nicht wieder. Dagegen sieht man gelegentlich unstrukturierte Kristalle von der Impfung. Nun wird von der Bouillonkultur ein Agar-Nährboden steril mit einem Tropfen bestrichen. Nach weiteren 24 Stunden, oft schon früher, ergibt sich ein gelblicher, körniger Aufwuchs. Zur Kontrolle dieses Aufwuchses werden zwei andere Kulturen angelegt.

1. Völlig unsteril je ein Agar-Nährboden mit Kohlenstaub bzw. Erdstaub,
2. Wieder je ein Agar-Nährboden mit bei 180° trocken sterilisiertem Erd- bzw. Kohlenstaub.

Der erste gibt einen ungleichmässigen, verschiedenfarbigen und verschieden geformten Aufwuchs; der zweite gibt keinen Aufwuchs. Der Agar-Aufwuchs von der zuerst sterilisierten und dann gekochten Kohle- bzw. Erdmischung unterscheidet sich in *jeder* Hinsicht mikroskopisch vom unsterilen Agar-Aufwuchs. In der beschriebenen Weise behandelte Erde und Kohle erwies sich mehrfach als kultivierbar. Die Kultivierbarkeit von steriler Erde und Kohle sofort nach dem Kochen ist umso besser sicherzustellen, je korrekter folgende erfahrungsgemäss gewonnenen Behandlungsmethoden eingehalten werden.

1. Die Kohle- bzw. Erdkristalle müssen vorerst mechanisch fein zerrieben werden.
2. Die verdampfende KCl-Lösung wird durch sterile Nachfüllung von sterilem Kalium-Chlorid ergänzt.
3. Die Flüssigkeit muss gleichmässig kolloidal getrübt sein, die Teilchen dürfen im wesentlichen nicht zu Boden sinken.
4. Man muss sich durch mikroskopische Untersuchungen überzeugen, dass überwiegend kriechende Gebilde vorhanden sind.
5. Am besten ist, sofort aus der kochenden Lösung herauszuimpfen.
6. Die erste Generation in Bouillon in zweiter Generation auf Agar, besser noch auf Ei und dann Agar überimpfen.

Fassen wir nun die Fehler zusammen, die bedingen können, dass Kohle- bzw. Erd*kulturen* sich nicht ergeben.

1. Sterilisiert man die Kohle bzw. die Erde zu lange ohne entsprechend lange zu kochen, dann ist die blasige Auflockerung der Kristalle ungenügend geblieben.
2. Beachtet man nicht, ob die Teilchen bei der Entnahme aus dem Sterilisator absinken, dann misslingt leicht die Kultur.
3. Nimmt man die Eprouvette aus dem Sterilisator unvorsichtig heraus oder schüttelt man sie gar, so wird die am Boden liegende Substanz aufgeschüttelt und erweckt den Eindruck einer Suspension. Man muss also vorsichtig entnehmen und darf nicht aufschütteln.
4. Untersucht man nicht mikroskopisch das eben noch kochend gewesene Präparat, dann weiss man nicht, ob die Bewegtheit der Gebilde bereits stark genug vorhanden ist.

Die so behandelte Kohle und Kohle sowie Moos ergaben also einige Kulturen auf Bouillon. Doch die Kulturresultate blieben im ganzen unsicher; und dennoch war der Kulturversuch eine der entscheidendsten Massnahmen in der ganzen Arbeit. Wenn eine Kultur nicht gelang, so lagen zwei Möglichkeiten vor: Entweder waren die Sub-

stanzen, die vorher durch die Trockensterilisation völlig ausgetrocknet waren, nicht lange genug gekocht worden, um die nötige Auflockerung der Teilchen und die Quellung zu erzielen. Oder die Nährsubstanz war nicht kompliziert genug, um dem *aufflackernden* Leben Nahrung zu geben und es zu erhalten. Der mikroskopische Befund dagegen blieb immer typisch der gleiche, wenn ich nur lange genug bis zur kolloidalen Trübung aufgekocht hatte. Lässt man die Präparate d/b in verschmolzenen Ampullen 2—3 Monate stehen, dann ergeben sich Kulturen oft leicht. Die Frage, weshalb die Kultur das eine Mal gelingt, das andere Mal nicht, konnte bisher nicht beantwortet werden.

In der weiteren Folge der Erd- und Kohle-Versuche zeigte es sich, dass die Sicherheit der Kultivierung mit der Anwendung *höherer Temperaturen* und *kleinster Teilchen steigt.*

2. DER KOHLE-GLÜH-VERSUCH

Ich gehe nun zur Darstellung der Glühversuche über:

Am 21. Mai 1937 fiel mir ein, dass man die metaphysische Sporentheorie auf eine sehr einfache, wenn auch radikale Weise überprüfen könnte. Man konnte mit Kohle einen Versuch machen, bei dem selbst die geringste Veranlassung, von vorhandenen Sporen zu sprechen, unmöglich werden musste. Die Versuchsanordnung, die ich durchführte, ist sehr einfach. Die Erscheinungen sind, vorausgesetzt, dass man ein binokular geneigtes Mikroskop besitzt und eine 2500—3000-fache Vergrösserung mit Immersion einstellen kann, unzweideutig zu sehen. Ich schicke voraus, dass dieser Versuch sofort zehnmal hintereinander durchgeführt wurde und stets das gleiche Resultat ergab.

Kohlenstaub, der ständig im Trockensterilisator bei 180° zu stehen pflegt, wurde auf ein dünnes Metallspatel gelegt. Er wurde in einer Benzingasflamme, also bei etwa 1500° solange geglüht, bis die gesamte Kohlenstaubmenge rotglühend wurde, ohne jedoch völlig zu veraschen. Mittlerweile stellte meine bakteriologische Assistentin eine Mischung her aus Fleischbouillon, die sie zu gleichen Teilen mit 0,1 normal Kalium-Chlorid, das vorher autoklaviert war, mischte. Ich war dabei von der Überlegung ausgegangen, dass bei diesem Versuch nicht nur Nährsubstanz, sondern auch *Quellungssubstanz* vorhanden sein müsste. Die glühende Kohle wurde sofort in die Bouillon-Kalium-Chlorid-Lösung eingefügt. Zu unserer grössten Überraschung zeigte sich in allen durchgeführten Versuchsfällen eine momentan eintretende kolloidale Trübung der Lösung, wie sie bis dahin bei einfachem Kochen niemals so gut gelungen war.

Ein weiteres Phänomen war lehrreich und überraschend: Die Kohlepartikelchen färbten die Lösung schwärzlich, doch im Verlaufe

von 10 bis 20 Minuten begann die schwärzliche Färbung zu verschwinden und einer grauen wolkigen Trübung Platz zu machen. Diese Lösung wurde sofort, nach 24, 48 bzw. 72 Stunden mikroskopisch mit 3000-facher Vergrösserung untersucht. Es zeigte sich nun, dass *sofort* nach der Herstellung des Präparats sehr bewegtes Leben bestand. Von geglühtem Kohlenstaub wurde zunächst trocken eine Probe auf den Objektträger gelegt. Schon bei 200-facher Vergrösserung sah man im Dunkelfeld feinste Bläschen, die Kristalle blasig zersetzten. Bei Zusatz von Kalium-Chlorid begann Bewegung einzusetzen. Die Bläschen, die wie Sporen aussahen, bewegten sich teilweise von der Stelle fort. Die grossen Kohlepartikelchen sogen gierig Flüssigkeit auf. Nach etwa 1—2 Minuten sah man, wie die grossen Kohlepartikelchen, die am Rande vollkommen blasig waren, einzelne Bläschen aus der Flüssigkeit an sich zogen. Die Bewegung der Einzelbläschen zu den grossen Kohlepartikelchen beschleunigte sich allmählich mit der Verringerung der Entfernung. Am Ende flitzte das Bläschen an das grössere Kohlepartikelchen heran und blieb an dessen Rand haften. Es waren unzweideutig elektromagnetische Erscheinungen.

Bei 3000-facher Vergrösserung konnte man geglühte Kohlepartikelchen von lebenden Gebilden nicht unterscheiden. Sie krochen im Gesichtsfeld herum. Die mittlere und obere Lage des Präparats war bedeutend bewegter als die am Boden liegende Schichte. Nach 24 Stunden war die Kalium-Chlorid-Lösung voll von Kokken und Stäbchen, die sich von der Stelle bewegten. Die Gebilde erwiesen sich als *elektrisch positiv* geladen. Die Herkunft der Gebilde war an der blauschwarzen Farbe sofort zu erkennen. Die Kokken zeigten alle Arten von Grösse. Am Rande der grösseren Gebilde bestanden starke vibrierende Bewegungen, auch nachdem das Präparat vorerst ausgekühlt war. Es waren also keine Wärmeerscheinungen. Das erste Präparat gab nach 24 Stunden eine starke Trübung in Bouillon. Bei den andern blieb die Trübung aus und Fortimpfung ergab nur wenige Kulturen. Über die gesichtete Erscheinung musste ich mir zur Verankerung der weiteren Arbeit eine vorläufige Auffassung bilden:

Im Kokskristall, der ja eine hochgradige Destillation bereits durchgemacht hat, sind die einzelnen Partikelchen fest miteinander verbunden. Beim Kochen und ganz besonders beim Glühen zerstört sich ihr Zusammenhang, wodurch elektrische Energie frei wird, denn sonst könnten die einzelnen Teilchen nicht elektrisch geladen sein, was ja die grossen Stücke nicht sind. Diese Partikelchen, in die nun die Kohle beim Glühen zerfällt, nehmen, was man unterm Mikroskop bei 2000-facher Vergrösserung durch Hinzufügung von Kalium-Chlorid direkt sehen kann, gierig Flüssigkeit auf. Die Partikelchen haben sich zu Bläschen verwandelt, die von Sporen der Form nach nicht zu unterscheiden sind. Dieser Versuch schien mir die Sporen-

theorie in der Auffassung, wie sie heute vorherrscht, restlos zu widerlegen; denn niemand kann behaupten, dass Sporen derartige Temperaturen wie die bei einer Durchglühung überwinden können. Dazu käme die andere Erfahrung, dass es keinen der von mir gesichteten Stoffe gibt, der sich nicht beim Kochen, Autoklavieren, Quellen oder Glühen bläschenartig strukturieren würde. Und die Bläschen sind wie gesagt von Sporen dem Aussehen nach nicht zu unterscheiden. Ich leugne also nicht die Existenz von Sporen im Sinne der alten Theorie. Ich behaupte nur, dass der Bläschencharakter und das Zerfallen gequollener, gekochter oder geglühter unorganisierter Materie in Bläschen der Zentralpunkt ist, von dem aus die weitere Durchforschung der *Bildung* von lebensfähigen Sporen ausgehen muss. *Auch die Sporen müssen also durch Quellung von Substanz entstehen.* Dies scheint mir eine völlig unerlässliche Annahme zu sein.

Ihre Richtigkeit kann auch filmatisch bewiesen werden. Man sterilisiert zuerst trocken feinen Kohlenstaub zwei Stunden bei 180°. Einige Körnchen werden in einen hohlen Objektträger getan und autoklaviertes KCl wird dazugesetzt. Das Präparat wird sofort mit Paraffin am Deckglas verschlossen. Man stellt eine 300 bis 600fache Vergrösserung und *Dunkelfeld* ein. Nun werden erst etwa 50 cm. Film normal aufgenommen. Dann wird der Zeitraffer auf ein Bild pro 2 oder 5 Stunden gestellt. Man sucht zur Zeitrafferaufnahme am besten einen *flachen* scharf umrandeten, möglichst blasenfreien Kristall. Der Zeitrafferapparat arbeitet ununterbrochen 6 bis 10 Wochen. Die tägliche Beobachtung ergibt schon mit freiem Auge Fortschreiten der blasigen Zersetzung der Kristalle. Mit der Zeit treten immer mehr bewegte Bläschen im Felde auf. Lässt man den Film dann abrollen, so sieht man zuerst einen dunklen Fleck, der sich je nach dem Mass der Raffung langsamer oder schneller aufhellt.

3. KULTUREN VON GEGLÜHTEM RUSS DIE BIOLOGISCHE INTERPRETATION DER BROWN'SCHEN BEWEGUNG

Gegen die organische Natur der Bewegung in den Bionpräparaten wird typischer Weise auch der Einwand erhoben, es handle sich um physikalische Erscheinungen, die unter dem Namen Brown'sche Bewegung bekannt sind. Brown selbst soll die von ihm gesichtete Bewegtheit von Tuscheteilchen für Zeichen von Leben gehalten haben. Die Physiker erklären die Erscheinung auf physikalische Weise durch die Wirkung der Molekularbewegung. Das Argument der Brown'schen Bewegung war nur durch das Experiment zu beantworten:

Sind die Teilchen, die in der Tuschelösung den Eindruck organischer Bewegung hervorrufen, kultivierbar oder nicht?

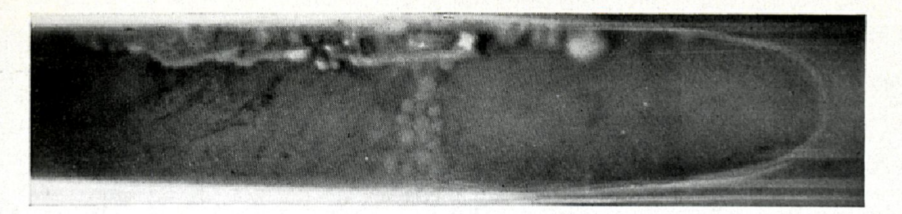
Erste Versuche, autoklavierte Tuschelösung direkt auf Agar zu kultivieren, misslangen. Ich unternahm nun nach mehreren Fehlschlägen folgenden Versuch:

Russ wurde zunächst drei Stunden lang bei 180° trocken sterilisiert; Fleischbouillon wurde in Eprouvetten 24 Stunden im Thermostaten stehen gelassen, um die Sterilität der Bouillon mit Sicherheit festzustellen. Mehrere Blutagar- und Agar-Nährboden wurden mit trocken 180° sterilisiertem Russ zur Kontrolle geimpft. Diese Mischung durfte nach der Voraussetzung keinen Aufwuchs ergeben. Das Ergebnis entsprach der Erwartung: Trocken sterilisierter Russ gibt auf Agar keinen Aufwuchs. Nun wurde der Russ auf einem Spatel über einer Benzingasflamme durch etwa 2—3 Minuten bis zur Rotglut erhitzt und sofort in eines der früher genannten Bouillongläser gefüllt. Im Verlaufe von etwa 10 Minuten wurde die schwärzliche dichte Trübung grau, ebenso wie bei der Glühkohle. Nach 24 Stunden Aufenthalt im Thermostaten wurde die Bouillon-Lösung, die eine gelblich-weisse dichte Trübung aufwies, auf Ei-Nährboden geimpft. Die mikroskopische Untersuchung der Bouillon-Russ-Lösung ergab Bione, die stark bewegt waren und den Charakter der Kohlebione hatten. Auf dem Einährboden entstand im Verlaufe von 24—48 Stunden ein gleichfarbiger Aufwuchs, der sich aus vereinzelten Hügeln zusammensetzte. Die Bouillon hatte die Quellung der Russteilchen gefördert, und der Einährboden versorgte die Teilchen mit den verschiedenartigen Nährstoffen. Von dem Überzug des Einährbodens wurde nun Blutagar und Agar geimpft. Bereits nach 12 Stunden entstand ein bläulich-weisser, cremeartiger weicher Aufwuchs. Das Mikroskop zeigte bei 3000-facher Vergrösserung andersartige Gebilde als in der Bouillon, Gebilde, die noch deutlich die Herkunft aus bläulich-schwarzen Russteilchen an sich trugen, jedoch stark und weich bewegt waren. Russteilchen sind also unter Wahrung aller zum Leben erforderlichen Bedingungen kultivierbar. Die Bewegung, die Brown gesehen hatte, war die Bewegung von Russbionen gewesen, aus denen sich Leben entwickeln kann. Ich darf den hier geschilderten Versuch ohne Bedenken als die Antwort auf den Einwand der physikalischen Natur der gesichteten Bewegungen ansehen.

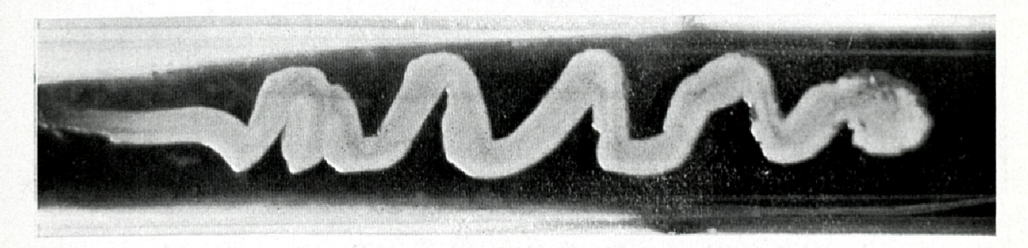
In der gleichen Weise gelang die Kultivierung von Asche aus einem Zentralheizungsofen und verkohltem Holz. Die Kulturgebilde hatten mikroskopisch denselben Charakter wie die Russ-Kulturen.

Von 18 aufeinanderfolgenden Russglühversuchen gelangen nur 5 nicht. Der Fehler, der für das Ausbleiben verantwortlich ist, konnte nicht gefunden werden. Später zeigte es sich, dass die Impfung auf Einnährboden nur 1 oder 2 klein-stecknadelkopfgrosse runde Erhebungen geben kann, die *man mit dem geglühten Platindraht verstrei-*

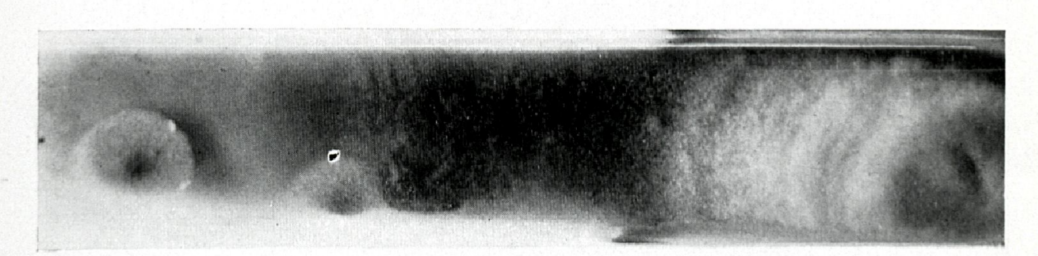
Tafel XXV



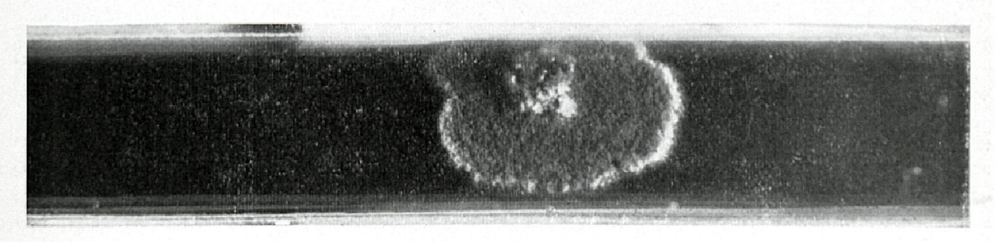
52. Glühruss-Kultur auf Ei-Nährboden, 14 Tage alt



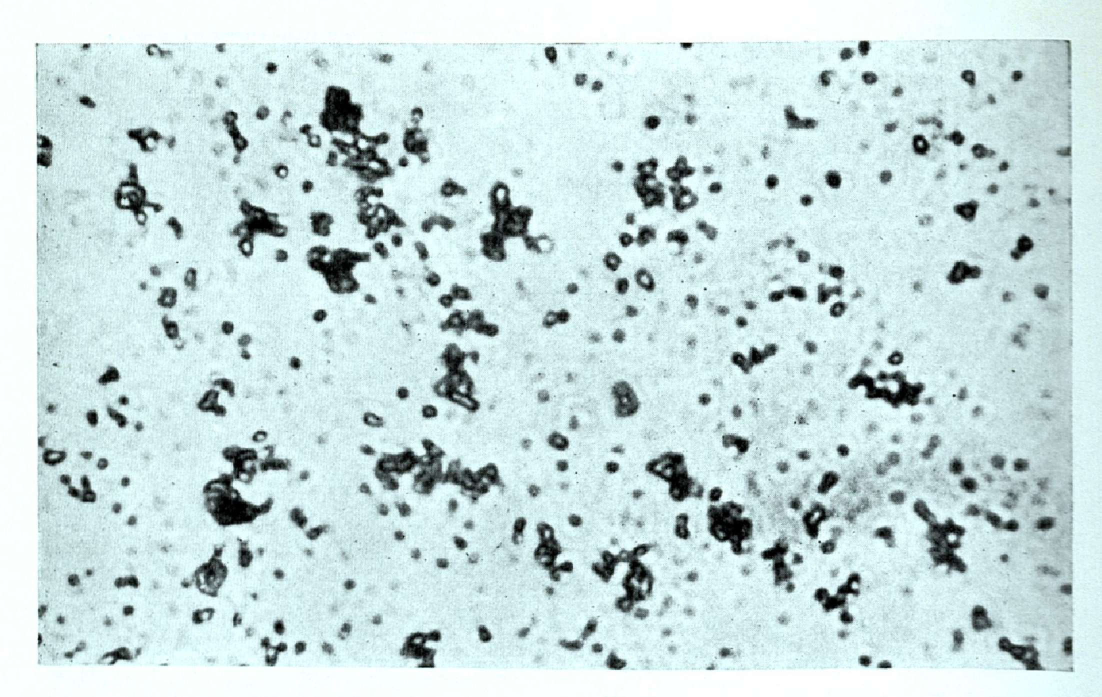
53. Glühruss-Kultur auf Blutagar, frisch



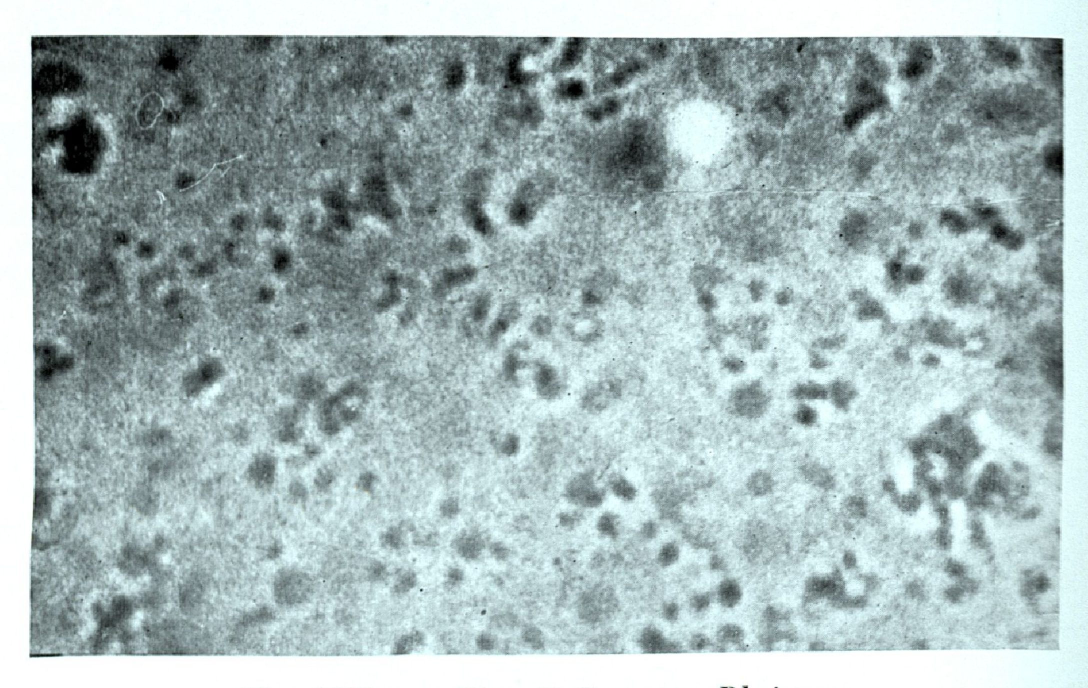
54. Unsteriler offener Agar, 2 Monate alt



55. Unsteriler offener Agar, 6 Wochen alt



56. Glühruss-Bione in Bouillon und Kalium-Chlorid



57. Glühruss-Bion-Kultur von Blutagar

chen muss, um einen dichten Aufwuchs zu bekommen. Ich lasse bei zweifelhaften Eiaufwüchsen die Nährboden 8—14 Tage bei Zimmertemperatur stehen. Der hügelige Aufwuchs tritt dann früher oder später auf. Die Eprouvetten müssen liegend aufbewahrt werden.

Das Ergebnis des Glühversuchs ist nur dann erstaunlich, wenn man von der Voraussetzung ausgeht, dass die lebenden Gebilde, die man nachher bei Quellung sieht, schon vorher in Sporenform drin waren, aber dann bleibt unverständlich, wie Sporen derartige Temperaturen aushalten können. Doch diese Anschauung ist unrichtig. Die Bläschen-Elemente, nennen wir sie ruhig *Bione,* aus denen sich die bakterienartigen Gebilde herausbilden, sind garnicht vorher drin gewesen, sondern erst beim Glühen mit nachfolgendem Quellen durch Zerfall der Materie entstanden. Dabei drängte sich unwillkürlich der Gedanke auf, dass alle bekannten Sporenarten einmal entstanden sein müssen, und zwar zu der Zeit, als sich die Erde in glühendem Zustande befand. Sie müssen zur Entwicklung gekommen sein, als die vorher glühend gewesene Materie mit Wasser und Quellungssubstanzen in Berührung kam. Ich zerrieb Kieselsteine zu feinem Staub, glühte in der Benzin-Gasflamme, bis die Glut sichtbar war und versetzte den geglühten Staub mit Kalium-Chlorid. Auch hier sieht man Bläschenzerfall, bewegte Bläschen, allerdings nur von ganz kurzer Lebensdauer. Kulturen gelangen bisher nicht.

Im Kampfe der Meinungen stand bisher die Anschauung, dass das Lebendige etwas vom Leblosen völlig Getrenntes ist, der anderen gegenüber, dass «eigentlich alles lebend» sei. Mit derartigen Verallgemeinerungen ist wenig anzufangen. Wir müssen vorläufigerweise sagen: Es ist wahrscheinlich, dass jede unorganisierte Materie die Fähigkeit zur Lebendwerdung je nach ihrer Zusammensetzung und dem Milieu enthält. *Das Leben kann überall bei vorhandenen Bedingungen für kürzere oder längere Zeit aufflackern.* Man kann lebensähnliche Bewegung sehen, die nur einige Sekunden dauert. Man kann die gleiche Bewegung bei andern sehen, die erst nach Wochen oder Monaten erstirbt. Ob das aufflackernde Leben bestehen bleibt, hängt wohl von zwei Grundvoraussetzungen ab:

1. Von der chemischen Zusammensetzung der Substanz und
2. von den Lebensbedingungen, dem Kulturboden, in den das aufflackernde Leben hineingestellt ist.

VI. KAPITEL

KONTROLLEN NEBST ANGABEN FÜR DIE KONTROLLE DER BIONVERSUCHE (ZUSAMMENFASSUNG)

Eine Grundvoraussetzung korrekter Kontrolle der hier dargestellten Versuche und Versuchsgänge ist, dass nicht nur die Gesetze der kompletten Sterilisation befolgt werden, sondern darüber hinaus alle Bedingungen hergestellt werden, die zur Organisierung unorganisierter Materie notwendig sind. Die folgende Aufstellung der Bedingungen ist bei weitem nicht erschöpfend:

1.) Das Mikroskop muss unerlässlich eine 3000-fache Vergrösserung bei geneigtem Binokulartubus ermöglichen. Es ist wichtig, dass der Binokulartubus *geneigt* ist, denn er vergrössert nicht nur um 50 % mehr als der gerade Eintubus, sondern gibt auch ein viel plastischeres Bild.

2.) Neben der filmatischen Raffung der Entwicklungsvorgänge ist unerlässlich stundenlange Beobachtung ein und derselben Stelle im Präparat bei 2500- bis 3000-facher Vergrösserung. Auf diese Weise lassen sich die bläschenförmige Veränderung der Gewebe und Kristalle sowie die Umwandlung der Formen direkt beobachten.

3.) Eine Beurteilung der lebensfördernden Wirkung des Kochens bei hohen Temperaturen bzw. des Glühens der Substanzen erfordert unerlässlich den ständigen Vergleich ungekochter und in keiner Weise chemisch behandelter Substanzen mit den gekochten bzw. geglühten. Erst dieser Vergleich ermöglicht die Feststellung, dass die bewegten Mikrobengebilde in den gekochten Substanzen nicht der Entwicklung von Sporen, sondern der Wirkung der zersprengenden Hitze und der Quellung zuzuschreiben sind.

4.) Die gleiche Substanz muss unter den Bedingungen der Bewegtheit *und* der Unbewegtheit untersucht werden. Von hier aus ergibt sich die strikte Widerlegung der Bewegungen, die *Brown* sah, als unveränderlicher physikalischer Molekularbewegungen; denn sie

können unter den einen Bedingungen vorhanden sein, unter den andern nicht.

5.) Jede Bewegung, die im Mikroskop gesichtet wird, ist auf ihren organischen Charakter durch Kulturversuch an der betreffenden Substanz zu prüfen. Ein Misslingen der Kulturversuche bedeutet noch nicht die Gültigkeit der Behauptung, dass der betreffende Stoff nicht leben könnte, denn es stehen beide Möglichkeiten offen: sowohl die, dass es sich tatsächlich um nicht organisierbare Substanz wie die, dass es sich um eine organisierbare Substanz handelt, nur dass die Bedingungen der Organisierung noch nicht voll erkannt sind.

6.) Die Kontrolle der Befunde erfordert ferner die Ausschaltung des Urteils auf Grund eines vereinzelten Befundes, also etwa nur des mikroskopischen. Ein korrekter Befund kann sich nur ergeben durch gleichzeitige Beachtung *sämtlicher* Untersuchungsergebnisse, also des mikroskopischen, des elektrischen, der Farbreaktion, des Kulturversuchs etc.

7.) Speziell bei den Kulturversuchen erweisen sich folgende Massnahmen als unerlässlich:

a) Jeder Kultivierungsversuch an Substanzen, die bei mehr als 120° sterilisiert wurden, erfordert den Parallelversuch an derselben Substanz in völlig unsterilem Zustande. Dadurch lässt sich der Unterschied der Kulturen eindeutig feststellen.

b) Bei den Organisierungs- und Kulturversuchen ist zu beachten, dass es sich nicht um fertig organisierte Gebilde handelt, die sich nun in der Kultur fortpflanzen sollen, sondern eben um *nicht organisierte Materie, die sich zur Organisierung durchringen muss und hierzu sehr verschiedenartige und oft komplizierte Bedingungen fordert.* Die Organisierung nichtorganisierter Materie hängt ab im wesentlichen von der Art des Grundstoffes und von der des Nährbodens.

c) Die Technik der *Umimpfung* ist äusserst wichtig. Die erste Impfung mag etwa auf Agar kaum sichtbare feinste Hügelchen ergeben, die noch nicht sicher als Aufwuchs zu diagnostizieren sind. In der Bouillon mag eine Trübung auftreten, von der man nicht mit Sicherheit aussagen könnte, ob es sich nicht um Erscheinungen der Erstimpfung handelt.

Eine Fortimpfung auf anderen Nährboden, also etwa der Agar-Hügelchen auf Bouillon oder der leicht getrübten Bouillon auf Agar oder auf Ei-Nährboden kann misslingen, doch bei Serienversuchen wird man die meisten Bedingungen aufspüren können, die die Kultivierung ermöglichen. *Die Organisierung muss gefördert werden, nachdem vorher alle Gesetze der Sterilisation und der Abtötung vorhandenen Lebens befolgt wurden.*

8.) Ein deutliches Bild über die Gültigkeit der Experimente er-

gibt ferner der Serienversuch und zwar sowohl der mit Einzelstoffen wie der mit kombinierten Stoffen. Desgleichen werden unsterile Kulturen hergestellt; dabei kann man z. B. feststellen, dass offen gelassene Agar-Nährböden Tage, ja gelegentlich Wochen zur Ausbildung einer deutlich wahrnehmbaren Kultur brauchen.

Mit den bisher aufgestellten Punkten ist natürlich die Reichhaltigkeit der notwendigen und noch zu erschliessenden Massnahmen bei weitem nicht erschöpft.

Es ist selbstverständlich wichtig zu beachten, dass es bei diesen Versuchen zweierlei Fehlerquellen gibt, die ausgeschaltet werden müssen: Erstens die Fehler, die durch ungenügende Sterilisation begangen werden können, so dass man in der Kultur oder in der Bionmischung Gebilde für organisierte Organismen hält, die von einer Infektion herstammen. Doch ebenso gefährlich ist der andere Fehler, dass man die für die Organisierung der leblosen Materie notwendigen Bedingungen übersieht, nicht herstellt oder nicht entsprechend ihrer Unbekanntheit genau zu erforschen versucht.

Eine Diskussion der Bion-Versuche ohne genaueste Erarbeitung der Bedingungen wäre fruchtlos und zu vermeiden. Dagegen ist viel wissenschaftlicher Erfolg von Kontrollen zu erwarten, die sich auf den Boden dieser Versuche stellen, beim Experimentieren gewohnte Vorstellungen vorübergehend abstreifen und derart die vielen offenen Fragen klären helfen.

Zusammenfassung

Ich fasse nun nochmals die wichtigsten Kontrollversuche zusammen, die ich parallel mit den Bionversuchen des Pr. 6 durchführte:

1.) Die Einzelstoffe, aus denen das Präparat 6 hergestellt wird, werden entsprechend dem Stoff sterilisiert und einzeln für sich in Bouillon geimpft. Die Einzelstoffe ergeben autoklaviert keinen Aufwuchs.

2.) Es wird nach jeder Hinzufügung eines neuen Stoffes eine Probe der sterilen Lösung entnommen und in Bouillon geimpft. Die Stoffmischungen a + b, a + b + c, a + b + c + d etc. dürfen keinen Aufwuchs ergeben. Das Ausbleiben von Aufwuchs bei dieser Kontrolle ist ein sicherer Beweis für die Sterilität der Bionmischung. Die *Gesamt*mischung muss autoklaviert nach drei bis acht Tagen, wenn alle Bedingungen erfüllt sind, Aufwuchs ergeben. *Sie muss elektrisch stark geladen sein.*

3.) Kohle und Erde geben häufig eine halbe bis eine Stunde in KCl gekocht auf Bouillon einen Aufwuchs. Kohle und Erde trocken durch eine Stunde bei 100° sterilisiert und auf Agar geimpft, darf keinen Aufwuchs ergeben. Dies ist der Beweis dafür, dass die Quellung der Substanz eine unerlässliche Voraussetzung der Entwicklung des vegetativen Lebens ist.

4.) Zum Vergleich der durch Sterilisation und hohe Temperaturen erhaltenen Gebilde mit Luftkeimen wird Agar offen stehen gelassen. Die Gebilde sind sowohl makroskopisch wie mikroskopisch grundverschieden. Es dauert Tage, oft Wochen, ehe ein starker Aufwuchs zustandekommt.

5.) Alle Stoffe, die zur Herstellung von Bionen verwendet werden, werden völlig unsteril auf Agar und in Bouillon geimpft. Die Agaraufwüchse sind völlig verschieden von den Gebilden der Gesamtmischung nach der hohen Sterilisation.

6.) Moos und Gras in Wasser werden nach einigen Tagen völlig unsteril auf Agar geimpft. Ebenso Wasser von der Wasserleitung unsteril. Die Aufwüchse sind in allen Fällen von den sterilen Bionen jeder Art zu unterscheiden.

EINIGE AUSBLICKE FÜR DIE WEITERE ARBEIT

Ich begnüge mich in dieser ersten ausführlichen Mitteilung mit der Darstellung der bereits gesicherten experimentellen Ergebnisse; doch im Verlaufe der Arbeit gab es sehr viele Erscheinungen, die zum Teil noch nicht einreihbar waren, ja zum Teil verwirrten, ferner solche, die neue Arbeitsaufgaben eröffneten.

Wenn jede Substanz bei Einwirkung quellender oder zersetzender Prozesse in bewegte Bläschen zerfällt, so liegt die Annahme sehr nahe, dass die *Nahrungsstoffe,* die wir als gekochte Substanzen einverleiben, bei der Verdauung einem bisher unbekannten Prozess unterworfen sind, der innigste Beziehung zu den Bionen hat. Versuche mit *Pepsin* an verschiedenen Nahrungsstoffen zeigten nämlich dieselbe Erscheinung, wie man sie durch Kochen erhält. Das Pepsin wirkt zersetzend auf die Substanzen, ihre Struktur wird zerstört und an deren Stelle tritt, genau wie beim Kochen oder Quellen, *Bläschenstruktur* auf. Losgelöste Einzelgebilde oder auch Bläschenhaufen sind bewegt. Untersucht man frische *Lymphe im Dunkelfeld* bei genügend grosser Vergrösserung, dann glaubt man eine Bakterienkultur vor sich zu haben, so reich bewegt und lebendig ist das Bild. Diese zwei Beobachtungen in eins zusammengefasst drängen die Vermutung auf, dass *die Nahrung im tierischen Organismus in Form elektrisch geladener Bläscheneinheiten* und *Bläschenhaufen in den Blut- und Lymphstrom aufgenommen* werden. Ich betone, dass es sich hier um eine sehr naheliegende Vermutung handelt, die jedoch experimentell noch zu beweisen oder zu widerlegen wäre. Die Aussicht einer solchen Versuchsanordnung wäre im Falle des Gelingens von weitreichender Bedeutung, denn dann würde sich der Körper seine Energie mit Hilfe der Verdauung in Form von *Bionen* zuführen, ebenso wie unser Org-Tierchen sich die Einzelbläschen einverleibt. Es ist denkbar, dass

sich dann die Zellen des Organismus diese Bläschen als Träger elektrischer Energie einbauen. Mehr darüber zu sagen oder zu vermuten wäre jetzt sinnlos.

Eine andere Perspektive für die weitere Arbeit eröffnet sich aus der sichtbaren *Einwirkung der hochsterilen Bione und Bionkulturen auf verschiedene Arten von Bakterien sowie Zellen.* Ob dabei die biologische Aktivität oder die Art der elektrischen Ladung wirksam ist, ist noch nicht festgestellt. Es lässt sich jedoch schon jetzt an Hand sichtbarer Erscheinungen vermuten, dass sich alle möglichen Kombinationen von Versuchsanordnungen werden herstellen lassen, die die Wirkung enthüllen können.

Desgleichen drängt sich die Vermutung auf, dass bestimmte Bakterienarten sich von zwei verschiedenen Seiten her im Organismus finden können: Entweder durch Infektion, d. h. durch Einnistung eines von aussen eindringenden Lebewesens, das sich dann im Körper fortpflanzt und seine zerstörende Wirkung ausübt, oder aber durch eine *innere,* im Detail noch höchst unklare *Selbstzersetzung des Organismus,* bei der sich aus den Geweben protozoale Gebilde entwickeln. Für die Tuberkulose wurde die endogene Natur der B. K. längst behauptet.

Die Erde-Kalium-Chlorid-Versuche eröffnen eine bestimmte Perspektive für das Verständnis der bekannten Kalidüngung des Bodens. Es ist wahrscheinlich, dass Kalidünger die Quellung und Entbindung elektrischer Energie im Boden mächtig fördert, so dass Lebensenergie frei wird. Möglicherweise wirken die entstehenden Erdbione befruchtend. Diese Annahme ist schwer abzuweisen.

Ich will noch kurz anfügen, dass es mir gelang, in einer bestimmten Weise aus Menschenblut kultivierbare bionähnliche Gebilde zu züchten. Ich werde darüber demnächst gesondert berichten.

Besonders fruchtbar erwiesen sich die Methoden der Bionforschung für das Verständnis der Krebserkrankung im Zusammenhange mit sexualklinischen Erfahrungen über die vegetative Funktion des menschlichen Organismus. Die entsprechenden Versuche wurden vor eineinhalb Jahren in Gang gesetzt und geben hoffnungsvolle Resultate.

Die Gesamtarbeit leidet an einem *Zuviel* an Fragen, die sich auf ein Mal ergaben, und an den wenig entsprechenden Mitteln der Durchführung. Ich kann nur hoffen, dass es nicht allzugrosse Schwierigkeiten geben wird, einen genügend umfangreichen und ausgerüsteten Betrieb samt wissenschaftlichen Arbeitern einzurichten, um die neuen und vielfältigen Fragen zu bewältigen. Meine Arbeit litt jedenfalls nicht an Mangel an Problemen und Lösungen, sondern an der Schwierigkeit, die Quellen dieser neuen Erkenntnisse *abzugrenzen.*

Schema der Kultivierbarkeit von Erde, Kulturerde, Koks, Russ)*

Stoff	Steril. Art	Quell. Art	Elekt. Reakt.	Bewegg. sofort	Bewegg. 2 bis 6 Woch.	Kultur in 2—6 T.	Kultur in 3—10 W.	Elekt. Reakt. d. Kult.	Tiervers.	Anmerkung
Gewöhnl. Erde	a	0	0	H_2O 0	+	0	0	0	?	Unsterile Misch-Kulturen
«	b	KCl b	++	++	+++	++	++	++	?	
Kultur-Erde	b	KCl b	++	++	+++	++	?	++	?	
Gew. Erde Kult. «	c	KCl c	+++	+++	+++	+	?	++	—	
«	d	0	0	H_2O 0	+	0	0	0	?	
«	d	KCl c	++	+++	++	++	++	++	—	
Kokspulver	a	0	0	H_2O 0	+	0	0	0	?	Unsterile Kulturen
«	b	KCl b	++	+	+±	+	?	+	?	
«	c	KCl c	++	++	++	+	+	++	—	
«	d	0	0	0	0	0	0	0	?	
«	d	KCl c	++	+	++	++	++	++	—	
«	e	Bouil. + KCl	+++	+++	++	++	?	+++	—	
Russ	a	0	+	+	0 + ?	0	0	0	?	Unsterile Misch-Kulturen
«	c	KCl c	+++	+++	+++	++	?	++	?	
«	d	0	0	0	0	0	0	0	?	
«	e	KCl + Bouil.	+++	+++	+++	+++	?	+++	—	

*) Die Bezeichnungen bedeuten:

a	unsteril
b	gekocht bei 100 Grad ½—1 Stunde
c	autoklaviert bei 120 Grad ½—1 Stunde
d	trocken sterilisiert bei 180 Grad 1—2 Stunden
e	geglüht in der Benzingasflamme ½—1 Minute
bb	zwei Mal gekocht
cc	zwei Mal autoklaviert
+	schwach bewegt, wenig bewegt, gelegentlich positiv
++	stark bewegt, häufig positiv, deutliche positive Reaktion
+++	sehr lebhaft, überwiegend positives Resultat
—	Tierversuch ohne sichtbare Erscheinung

Schema der elektrischen Ladung verschiedener Bione und deren Kulturen

Bion - Art	*elektrisch*	*Kultur*	*elektrisch*	*Anmerkungen*
Mischung 6 - Bione	negativ	ja	negativ	Ausnahme: 6 c I. = elektr. +
Erd - Bione	positiv	ja	positiv	
Koks - Bione	positiv	ja	positiv	
Russ - Bione	positiv	ja	positiv gram +	
Muskelgewebe	negativ	bisher negativ	—	
Leber - Bione	negativ	ja	negativ	Kulturbefunde bedürfen weiterer Sicherung und Interpretation
Lunge-Bione	negativ	ja	negativ	
Dotter-Bione	negativ	nein	—	
Moos - Bione	negativ	möglich	negativ	
Gras - Bione	negativ	?	?	
Kuhmilch	negativ	durch 120° Autoclav. möglich	negativ	

ANHANG

Herstellung von Bionen aus sterilisierter Blutkohle (carbo sanguinis)

1. Blutkohlenpulver wird in einem Schälchen im Trockensterilisator 2 Stunden lang bei 190 Grad sterilisiert. Fleischbouillon wird zu gleichen Teilen mit 0,1 n KCl vermengt und in zwei Eprouvetten ½ Stunde lang bei 120 Grad autoklaviert. Desgleichen zwei Eprouvetten reines 0,1 n KCl.

2. Mit einem Metallspatel wird ein kleines Häufchen der sterilisierten Blutkohle in der Benzingasglamme *oben durchglüht*. Damit wird Blutagar zur Kontrolle der Sterilität *trocken* geimpft. Es darf kein Aufwuchs entstehen.

3. In derselben Weise wird eine andere Spatelspitze voll Blutkohle durchgeglüht und in jede der 4 Eprouvetten getan. Diese werden durchgeschüttelt, so dass sich die Kohle gleichmässig in der Flüssigkeit verteilt. Sie kommen in den Thermostaten. Schon nach kurzer Zeit weicht die schwärzliche Farbe des Kolloids einer grauen und dünn wolkigen. Nach 24—48 Stunden ist eine feine wolkige graue Trübung vorhanden. Durch leichtes Schütteln ist sie festzustellen.

4. Aus je einer der KCl- und der Bouillon + KCl Präparationen wird steril ein Tropfen entnommen und bei mindestens 3000x binokularer Vergrösserung mit geneigtem Tubus untersucht. Die Bione müssen stark bewegt sein und zahlreiche bewegte und kontraktile Bläschenhaufen aufweisen. Die elektrische Kontrolle muss starke Positivität (= Kathodenwanderung) ergeben. Ist dies der Fall, dann wird *frischer* Eiboden stark geimpft und *liegend* in den Thermostaten gebracht. Nach 24—48 Stunden sind die meisten geimpften Einährböden mehr oder weniger dicht mit kleinen grauen runden Häufchen übersät. Diese Häufchen werden, wenn sie zahlreich genug sind, mit dem ausgeglühten Platindraht auf demselben Boden verstrichen und die Kulturen wieder in den Thermostaten getan.

5. Nach weiteren 24 Stunden oder etwas länger entsteht ein dich-

ter hellgrauer *bläulich schimmernder* zusammenhängender Aufwuchs. Dieser wird auf klaren, frischen Blutagar-Nährboden übertragen. Schon nach 12 bis 24 Stunden ist ein dichter, cremiger, *blaugrauer* Aufwuchs vorhanden. Mikroskopisch besteht er aus einer Reinkultur von runden eiförmigen Kokken und zahlreichen stark und rasch bewegten Bläschenhaufen, die kontraktil sind. Sie sind elektrisch positiv geladen.

6. Diese *Blutkohlenstoff-Bionkulturen* werden Mäusen subkutan am Rücken injiziert. Sie dürfen keine Reaktion hervorrufen, die pathologischer Art wäre.

7. Nochmalige Autoklavierung der Kulturen gibt weitere Kulturen über Einährböden.

Nachtrag zur Herstellung der Bione Pr. 6

Die Zahl der gelingenden Bionkulturen der Mischung 6 steigt beträchtlich, wenn man die in der ersten Mitteilung vom Dezember 1936 angegebene Herstellung wie folgt verändert. (Die Abänderung erfolgte zum Teil auf Grund von Ergebnissen der Kontrollversuche durch H. Roger du Teil in Nizza und weiterer Beobachtungen bei der Herstellung der Blutkohlebione hier).

1. *Milch* wird *nicht mehr* zugesetzt *(Erfahrung du Teil)*.

2. An Stelle von Ringer kommen einige ccm *Fleischbouillon* hinein.
3. Statt Kohlenstaub oder Russ wird geglühte *Blutkohle* verwendet.
4. Die *erste* Impfung erfolgt in *Bouillon* + *KCl* und Bouillon allein.
5. Die *zweite* Impfung erfolgt aus der getrübten Bouillon auf *frischen* Einährboden. Die Hügel, die regelmässig auftreten, werden verstrichen.
6. Der Eiaufwuchs wird auf Blutagar überimpft. Der Aufwuchs ist *hellblaugrau*.

ZWEITER TEIL

DIE DIALEKTISCH-MATERIALISTISCHE INTERPRETATION

I. KAPITEL

DAS PROBLEM DES MECHANOELEKTRISCHEN SPRUNGES

Es kann nicht in Frage kommen, dass wir heute schon oder auch nur in absehbarer Zeit all die Bedingungen überblicken könnten, die von der mechanischen Füllung in die elektrische Ladung führen. Der zweite Teil der Formel des Lebens ist ja leichter zu begreifen, bereits aus rein physikalischen Prinzipien und aus dem Vorhandensein des ersten Teils der biologischen Funktion. Ist eine elektrische Aufladung vorhanden, so folgt daraus die Funktion der Entladung; ist die Ladung mit einer Quellung verbunden, dann muss die Entladung mit einer Entquellung einhergehen. Einen Teil der Fragen können wir heute schon aufgrund des vorhandenen naturwissenschaftlichen Wissens beantworten; ein anderer Teil wird erst früher oder später seine Beantwortung finden.

Es gibt quellbare Substanzen; dort wo sie vorhanden sind, *kann*, muss aber nicht, Leben entstehen.

Was hält das organische Kolloid in ständiger Suspension? Die Antwort darauf hat die Biochemie bereits gegeben: *Es ist die elektrische Ladung der Teilchen.*

1. CHEMISCHE VORAUSSETZUNGEN DES SPANNUNGS-LADUNGS-VORGANGS

Von 80 anorganischen Elementen sind relativ wenige lebens-spezifisch. Man kann sie nach *Hartmann* in drei grosse Gruppen einteilen:

a) C (Kohlenstoff)
N (Stickstoff)
O (Sauerstoff)
H (Wasserstoff)

b) P (Phosphor)
K (Kalium)
Ca (Calzium)
S (Schwefel)
Fe (Eisen)
Mg (Magnesium)

Ferner bei Tieren Na (Natrium) und Cl (Clor)

c) H_2O (Wasser)

Wir müssen nun annehmen, dass jede der aufgestellten Reihen von Stoffen eine bestimmte Beziehung zum Spannungs-Ladungs-Vorgang hat. Sie bedingt, dass die Lebensfunktion gerade diese und keine anderen Stoffe zu ihrem Aufbau erfordert. Diese Stoffe müssen die Funktion der Spannung und der Ladung in bestimmter Weise in sich tragen.

Fassen wir noch einmal die Lebensfunktion von einer anderen Seite her zusammen. Dann sehen wir grundsätzlich alles Leben beherrschen:

Ladung / Entladung
Quellung / Entquellung
Aufbau / Abbau
Spannung / Entspannung
Assimilation / Dissimilation
Wachstum / Sterben (Schrumpfen, Entquellen, Entladen)

Versuchen wir nun an einzelnen Stoffen die dazugehörigen Funktionen aufzusuchen. Wir lehnen uns dabei vollkommen an die bisher von der Biochemie erbrachten Kenntnisse an.

Unter den Substanzen, die die Funktion des Lebendigen steuern, sind die von *Kohlenstoff* und *Stickstoff* besonders eindrucksvoll. Sie sind nämlich gegensätzlich. Der Kohlenstoff hat die Eigenschaft, mit sich selbst und anderen organischen Stoffen komplexe Verbindungen einzugehen, vor allem die Eiweisskörper herzustellen. *Er baut also auf und bindet Energie.* Stickstoff dagegen hat die Eigenschaft, sehr labile Verbindungen zu bilden und infolgedessen Energie zu entbinden. Es ist daher die Annahme berechtigt, dass die Grundfunktionen des Lebendigen: Spannung und Entspannung bezw. Energie-Speicherung

und Energie-Abfuhr bezw. -Entbindung, ihre Grundlage in den genannten gegensätzlichen Eigenschaften von Kohlenstoff und Stickstoff haben.

2. DIE ELEKTRISCHE LADUNG ALS KENNZEICHEN DES KOLLOIDS

Die Eiweisskörper stellen ein Kolloid dar.

Hängt man eine mit wässriger Stärke und Kochsalzlösung gefüllte Pergamentmembran in ein Gefäss mit destilliertem Wasser, so kann man nach kurzer Zeit feststellen, dass sich im Wasser des äusseren Gefässes Kochsalz befindet. Das Salz ist also durch die Membran hindurchgegangen. Die gelöste Stärke dagegen geht nicht hindurch. Aufgrund dieser Unterschiedlichkeit Membranen gegenüber unterscheidet die Kolloidchemie Stoffe, die durch tierische Membranen leicht diffundieren, als *Kristalloide,* von den *Kolloiden,* die wie Stärke eine Membran nicht durchdringen können. Das Kolloid ist nun der wesentlichste Bestandteil der lebendigen Substanz. Unter den Kolloiden unterscheidet man wieder zwei: die sogenannten «irresolublen» und «resolublen» Kolloide. Irresoluble sind solche, die beim Eintrocknen unter konstanter Temperatur keinen trockenen Rückstand zurücklassen und, mit dem Lösungsmittel zusammengebracht, nicht selbständig wieder eine kolloide Lösung ergeben; so etwa die kolloidalen Metallösungen. Eiweiss dagegen bildet ein Kolloid, das eingetrocknet mit Wasser zusammengebracht neuerdings eine kolloidale Lösung ergibt: «Resolubles» Kolloid.

Diese Eigenschaft des resolublen Kolloids ist für das Verständnis der sogenannten «Keim»-Entwicklung von entscheidender Bedeutung. Wenn das den lebenden Organismus aufbauende Eiweiss eintrocknen und mit einer bestimmten Flüssigkeit zusammengebracht wieder ein organisches Kolloid geben kann, dann ist es durchaus wahrscheinlich, dass lebende Einzeller eintrocknen können, sich also in Lebloses verwandeln und bei neuerlicher Flüssigkeitsaufnahme wieder zu lebendig funktionierendem Kolloid werden, d. h. aus dem «Keimzustand» wieder heraustreten können.

Eine weitere Eigenschaft des Kolloids gegenüber der Salzlösung ist seine Eigenschaft inhomogen zu sein. In der Salzlösung sind die Moleküle in gleichmässiger Anordnung verteilt; im Kolloid dagegen ist die Dichte der Anordnung verschieden. Das äussert sich im sogenannten «Tyndall'schen Phänomen»: Lässt man ein paralleles Strahlenbündel durch eine Lösung hindurchgehen, so zeigen kristalloide und kolloidale Lösungen einen wesentlichen Unterschied. Tritt das Strahlenbündel durch eine Eiweisslösung, so bemerkt man einen deutlichen Übergang im Gebiet des durchgehenden Strahlenbündels. Die Lösung sieht an dieser Stelle trüb und undurchsichtig aus, d. h. es

findet eine Zersetzung des einfallenden Lichtes statt. Diese Erscheinung fehlt bei kristalloiden Lösungen.

Die Biochemie erbrachte auch über das *elektrische Verhalten kolloider Lösungen* eine Reihe von Aufklärungen, die für das Verständnis unserer Versuche von entscheidender Bedeutung sind. Stellt man in einer kolloiden Lösung ein elektrisches Potentialgefälle her, so wandern die Kolloidteilchen, d. h. sie sind selbst Träger elektrischer Ladung. Das Vorzeichen der Ladung hängt von der chemischen Natur des Kolloids und vom Vorhandensein eines Elektrolyten ab. Über die Ursache der elektrischen Ladung der feinsten Kolloidteilchen besteht in der Biochemie noch keine festgelegte Meinung. Man nimmt an, dass die Ladung der Kolloidteilchen durch Anlagerung von Jonen des Elektrolyten an der Oberfläche zustandekommt. Es müsste also ein Kolloid, dass Wasserstoffionen adsorbiert, *positiv* geladen sein. Unsere Versuche lassen eher vermuten, dass die *Teilchen selbst* als Bläschen elektrisch geladen sind. Es ist auch denkbar, dass die Atome Bläschencharakter haben. Dafür sprechen die neuesten Forschungen über den Aufbau der Atome aus einem Kern und kreisenden Elektronen. Daraus liessen sich für die Bläschenbildung weitgehende Schlüsse ableiten.

Sehr wesentlich ist eine andere Feststellung der Biochemie: Die Stabilität kolloidaler Lösungen hängt vom Vorhandensein der elektrischen Teilchenladung ab. *Beim Fehlen der elektrischen Ladung der kleinsten Teilchen ist die Lösung des Kolloids nicht mehr stabil, d. h. sie werden nicht mehr in der Schwebe gehalten und sinken zu Boden.* Die Erklärung dafür lautet: Es ist ein Gegenspiel von Kräften vorhanden. Anziehende Kräfte haben das Bestreben, die Teilchen zu vereinigen, d. h. auszufällen. Die gleichnamige elektrische Ladung dagegen führt zum Auftreten abstossender elektrischer Kräfte. Ist eine elektrische Ladung der Teilchen also vorhanden, so können sich die Kolloidteilchen nicht vereinigen, das Eiweiss etwa kann nicht ausfällen, die Lösung ist stabil.

Diese Erklärung scheint mir sehr plausibel zu sein. Es zeigt sich nämlich in den Versuchen mit den Bionen gekochter Präparate, dass die amöboide Beweglichkeit und die tanzende Ortsbewegung der Bione und der Bläschenhaufen nur so lange besteht, so lange auch eine elektrische Wanderung der Teilchen festzustellen ist. Nach einigen Wochen wird der Bodensatz des Präparates immer dicker, die Lösung wird klarer und die mikroskopische Untersuchung zeigt nun, dass sowohl die elektrische Wanderungsfähigkeit wie die Beweglichkeit verschwunden sind.

Das drängt uns einen weiteren Schluss auf. Die zittrige tanzende Bewegung und Ortsveränderung der Bione hängt offenbar mit den Kraftwirkungen elektrischer Felder zusammen.

3. DIE ELEKTRISCH GELADENEN BLÄSCHEN ALS VORAUSSETZUNG

Anorganische Systeme wie Metalle, Erze etc. sind «unbewegt» im biologischen Sinne. Sie weisen weder Kontraktion noch Expansion noch Ortsveränderung auf. Die hypothetisch angenommenen molekularen und atomaren «Bewegungen» bedingen keine der drei genannten Grundkennzeichen der Bewegung organisierter lebender Materie. Es wurde des öfteren versucht, die organische Bewegung, etwa das Fliessen des Amöbenplasmas, durch Modellversuche zu imitieren. Die Grundlage dieser Modellversuche war die Auffassung, dass die organische Bewegung von der Veränderung der Oberflächenspannung gesteuert würde. Doch die Erklärung durch die Oberflächenspannung trifft nur einen Ausschnitt der Gesamtfrage. Zunächst bleibt unverständlich, wie es zum *spontanen* Bewegungsimpuls *«von innen heraus»* kommt. Die Veränderung der Oberflächenspannung ist zwar zweifellos eine Grunderscheinung der Bewegung, kann jedoch nicht als deren Ursache angesehen werden. Der Vitalist würde an dieser Stelle ein metaphysisches Prinzip einführen, um die Lücke im Verständnis auszufüllen. Versuchen wir auf Grund der bisher geschilderten Beobachtungen und Versuche, uns dem Verständnis des inneren Bewegungsimpulses anzunähern.

Nach dem bisherigen Wissen ist die elektrische Energie etwa in Eisen durch eine bestimmte Anordnung der Moleküle gebunden. Durch eine äussere elektrische Beeinflussung des Eisenstückes kann die Lage der Moleküle verändert werden, so dass das Eisen magnetisch wird. Wichtig ist dabei festzuhalten, dass die Verteilung der elektrischen Energie an den Molekülen und Atomen *gleichmässig* ist, ebenso wie etwa in einer kristalloiden Lösung. Die organisierte Materie unterscheidet sich nun vor der nichtorganisierten wie gesagt in erster Linie durch die *inhomogene,* also *ungleichmässig dichte Anordnung der Substanz.* Das organische Kolloid ist inhomogen, was sich etwa in der Lichtbrechung kundgibt. Dieser Unterschied zwischen organisierter und nichtorganisierter Materie muss für die Beweglichkeit bzw. Unbeweglichkeit eine grundlegende Bedeutung haben.

Untersuchen wir die Bläschen verschiedener Substanzen in verschiedenartigen Zuständen, so können wir die Bewegungen in vier Grundformen einteilen.

a) Die Bläschen sind *unbewegt,* verändern ihre Lage gegeneinander *nicht* (Bläschen in Gelatine, in Staub, ungekochter Russ in Wasser, Blutkohle in Na Cl u.a. m.)

b) Die Bläschen *bewegen sich auf der Stelle* in fast rhythmischer Weise hin und her. Eine Ortsveränderung bzw. eine gegenseitige sichtbare Beeinflussung der Bläschen ist nicht zu beobachten, etwa in ungekochter Milch.

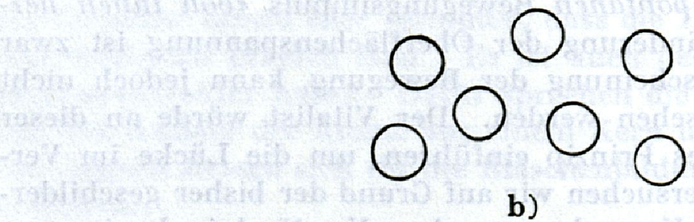
c) *Bewegungen von der Stelle* z. B. wie bei Streptokokken und Staphylokokken. Bei dieser Art der Bewegung sehen wir eine Kraftwirkung der verschiedenen Bläschen aufeinander. Galvanisiert man Staphylokokken lange genug, so dass sie negativ und unbewegt werden, dann verliert sich auch die elektrische Wanderungsfähigkeit mit der Zeit. Bewegung und elektrische Ladung müssen also in einem bestimmten Zusammenhang stehen.

d) *Bewegung innerhalb des Organsystems,* also Verlagerung der Teile des Organismus gegeneinander. Sie verrät sich uns im wesentlichen als Ausdehnung und Zusammenziehung.

Formen der sichtbaren Bewegung

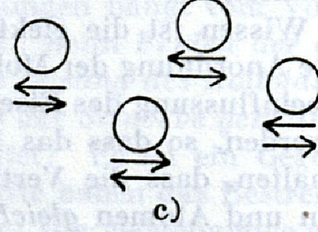
a)

Ruhig liegende Bläschen



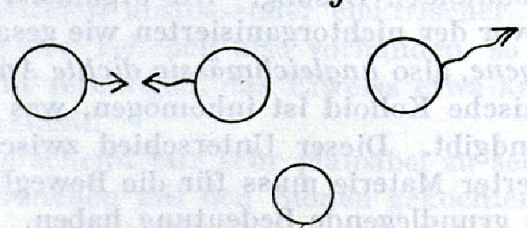
b)

Auf der Stelle bewegte Bläschen



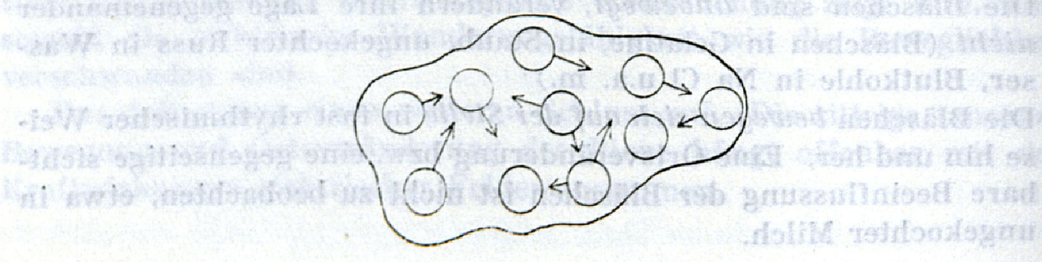
c)

Von der Stelle bewegte Bläschen



d)

Amöboid bewegter Bläschenhaufen



Das Fehlen von Bewegung an Bläschen und der Typus der «Bewegung auf der Stelle» sind ein Problem für sich und sollen uns zunächst nicht beschäftigen. Für die Bewegungstypen c) und d) ergibt sich durch den Versuch folgende plausible Erklärung. Ungekochte und ungequollene Erdkristalle zeigen im Dunkelfeld auch bei allergrösster Vergrösserung keinerlei Bewegung im Innern und keine Ortsveränderung. Dagegen zeigen blasig aufgelockerte und gequollene Erdkristalle sowohl Bewegung im Innern wie Ortsveränderung. Ungequollene, unstrukturierte Erdkristalle sind elektrisch neutral; hingegen zeigen die aus dem Verbande losgelösten Bläschen von *Erde-* und *Kohle*kristallen eine positive elektrische Ladung und starke Bewegung. Auch grössere Einheiten von blasig aufgelockerten Erde- bzw. Kohlekristallen zeigen meist elektrische Neutralität. Wie ist das zu erklären?

Im Kristall sind die Teilchen ungequollen und die elektrische Energie gebunden. Durch Quellung oder Glühen wird sowohl der mechanische Zusammenhang der Teilchen in der Materie gelockert als auch gebundene Energie frei. Sonst könnte nicht das aus dem Kristall heraustretende Bläschen elektrisch geladen sein. Die Bewegung der Bläschen auf der Stelle gegeneinander erklärt sich somit aus dem Einwirken elektrischer Kraftfelder der einzelnen Bläschen aufeinander. Beobachtet man gekochte oder geglühte Erd- und Kohlepräparate lange und gründlich genug, dann sieht man häufig zwei Bläschen einander umtänzeln, bis ein drittes Bläschen in die Nähe kommt: Ist eine bestimmte Distanz erreicht, dann sondert sich das eine der beiden Bläschen vom andern ab und beginnt seinen Tanz mit dem dritten hinzugekommenen Bläschen auf neue u. s. f.

Fasst man elektrisch geladene Bläschen irgendwelcher Art durch Lezithin oder Gelatine zusammen, dann beobachtet man regelmässig, dass an die Stelle der freien Bewegung im Raume gegeneinander nunmehr eine *geschlossene Kriechbewegung* des Ganzen sowie Ausdehnung und Zusammenziehung im System treten. Es ist also anzunehmen, dass die Bewegung des Ganzen, des *«Bläschenhaufens»*, von der Stelle zustandekommt durch das Aufeinanderwirken der elektrisch geladenen Einzelbläschen *innerhalb* der mechanischen Zusammenfassung, etwa bei Lezithinumrandung. Die Bläschen sind in einen Raum gepresst und bewegen sich nun innerhalb des Raumes weiter gegeneinander; doch dadurch bekommt das Ganze Eigenbewegung. Es entsteht im Ganzen eine Gegensätzlichkeit bzw. ein Widerspruch zwischen den an- und abstossenden Bläschen aufeinander im Innern einerseits und der Randumschliessung, d. h. der Oberflächenspannung andererseits. Die elektrische Ladung der Einheiten innerhalb der Umrandung wird derart Ursache sowohl der Ausdehnung wie der Zusammenziehung. Überwiegen etwa an einer Randstelle eines bewegten Bläschenhaufens die abstossenden Kräfte an den Einzelbläschen, so muss der Druck von innen heraus stärker werden; es kann

sich nun ergeben, dass dieser «Binnendruck» *grösser* wird als der Widerstand, den die Umrandung ihm entgegensetzt. In diesem Falle stellt sich eine *Streckung* ein. Die Oberflächenspannung ist gegenüber dem Binnendruck kleiner geworden. Doch die Expansion hat eine Dehnung der Oberfläche zur Folge, die wieder bewirkt, dass eine Gegenkraft von der Oberfläche her neu auftritt. Je mehr der Binnendruck die Oberfläche vergrössert hat, desto grösser muss gleichzeitig die Tendenz der Oberfläche werden, sich wie eine gedehnte Spiralfeder wieder zu kontrahieren. Welche Wirkung dieser Vorgang auf die elektrischen Ladungen innerhalb hat, lässt sich derzeit nicht sagen. Doch an der gegensätzlichen Wirksamkeit von Oberflächenspannung und elektrischen Kräften im Innern als dem Motiv der Bewegung kann nicht gezweifelt werden.

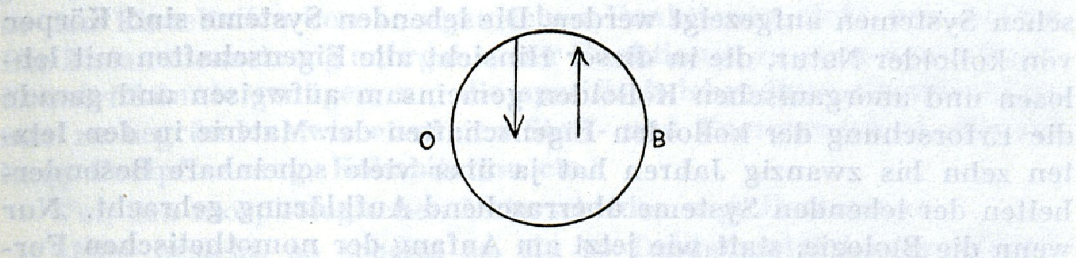
Pauli hat experimentell nachgewiesen, dass die kolloiden Eiweissteilchen in eine enge Beziehung zum Lösungsmittel Wasser treten. Er erklärt es in der Weise, dass Wasser unter Quellungserscheinungen in das Eiweiss eintritt. Nun ist nach *Paulis* Annahme die Quellung der elektrisch ungeladenen Eiweissteilchen stets geringer als die des elektrisch geladenen Eiweisses. Je stärker die Quellungsfähigkeit eines Eiweissteilchens ist, umso stabiler ist auch sein Zustand in der Lösung. Wenig oder garnicht gequollene Eiweissteilchen bilden auch sehr instabile Kolloidsysteme, d. h. sie flocken leicht aus. Ich würde es vorziehen, diese Erklärung *Paulis* umzukehren und zu sagen: *Je besser eine Eiweissubstanz quellen kann, desto leichter kann sie auch elektrisch aufladen, desto stabiler ist dann auch die kolloide Lösung.* Je schlechter eine Eiweissubstanz quillt, desto geringer wird auch die elektrische Ladung, desto leichter fällt sich das Eiweiss aus. Die Umkehrung der *Pauli*'schen Erklärung bringt bestimmte Vorteile. Dadurch lässt sich nämlich die Lösung des schwierigen Problems einleiten, wie die Quellung eines Teilchens zu einer elektrischen Aufladung führt.

Sehr wichtig ist ferner die Beziehung der Kolloide zum Gel. Bringt man trockene Gelatine mit Wasser zusammen, so findet unter Wasseraufnahme eine Quellung statt. Es entsteht die sogenannte Gelatine-Gallerte. Man bezeichnet nun den Zustand der Gelatine-Gallerte, in dem sich viele Kolloide zum Unterschied vom Sol der gewöhnlichen kolloiden Lösung befinden, als *Gel*. Diese Feststellung der Biochemie bestätigt sich für unsere Experimente, die uns gezeigt haben: Wenn wir Eiweissubstanz allein mit Wasser oder Kalium-Chlorid in Verbindung bringen, so bekommen wir ein anderes Resultat, als wenn wir Gelatine dazusetzen. Im ersten Falle gibt es keine amöboiden Gebilde; im zweiten Falle hat das Eiweisskolloid andere Eigenschaften, die denen der lebenden Funktion näherstehen. Bei Zusatz von Lezithin und Cholesterin entstehen formbildende Kräfte, die zusammen mit den früheren amöboide Gebilde zustandebringen. Das Gel dürfte also der Le-

bensfunktion bedeutend näherstehen als das einfache Sol. Die Kraft, mit der das Lösungsmittel von dem Gel aufgenommen wird, ist sehr gross. Bei der Quellung nimmt das Volumen der quellbaren Stoffe stark zu. Die Quellung ist bei resolublen Kolloiden z. B. Eiweiss ganz allgemein. Erfolgt nun die Kolloidquellung in einem abgeschlossenen Raum derart, dass die durch die Quellung zu erwartende Volumsvergrösserung nicht eintreten kann, so beobachtet man sehr starke Druckkräfte. Man nennt sie «*Quellungsdruck*». Um aus dem gequollenen Kolloid das Lösungsmittel auszupressen, muss man den gleichen Druck auf das Kolloid einwirken lassen. Der Quellungsdruck kann oft den Wert vieler Atmosphären annehmen.

Diese Tatbestände erklären einige wichtige Erscheinungen unserer Versuche. Diejenigen Substanzen, die das organische Leben zusammensetzen, unterscheiden sich prinzipiell von Substanzen, die zwar Kolloide ergeben können, wie etwa die metallischen Kolloide, dadurch, dass sie im Gegensatz zu diesen Quellungsdruck aufweisen (Hahn).

Gehen wir nun auf Grund der bekannten biochemischen Tatsachen einen Schritt weiter im Verständnis des mechano-elektrischen Sprunges. Die erste Voraussetzung der elektrischen Aufladung der Teilchen wäre somit die Quellung, eine Distanzierung der Teilchen. Die zweite Voraussetzung wäre, dass der Ausdehnung des Kolloidteilchens durch die Bildung eines umschliessenden Randes, einer Membran, eine bestimmte Grenze gesetzt wurde. Es müsste dann ein Gegensatz entstehen von Binnendruck, dem Druck, der vom Zentrum des gequollenen Teilchens gegen die Peripherie zu wirkt, und dem ihm entgegengesetzten Druck, der von der Membrane her auf das Zentrum wirkt. Der Quellungsdruck des Kolloids kann ja erst dann als Binnendruck in Erscheinung treten, wenn die Oberflächenspannung durch die Membran sich ihm entgegenstellt.



O = *Oberflächenspannung*
B = *Binnendruck*

Der Gegensatz von Quellungsdruck und Oberflächenspannung gewinnt für das Verständnis der Zellteilungsvorgänge im Wesen der kugeligen Formbildung eine eminente Bedeutung. Ich werde die entsprechenden Tatbestände an anderer Stelle besprechen.

4. STOFFLICHE TEILBETRACHTUNG UND FUNKTIONELLE GANZHEITSAUFFASSUNG

Doch zunächst ist es notwendig, sich mit dem Einwand auseinanderzusetzen, der von Forschern wie etwa *Hartmann* hier erhoben werden könnte. Die amöboiden Gebilde, die durch Kochen bestimmter Substanzen entstehen, zeigen Bewegungen, vor allem Streckung und Zusammenziehung, auch Ortsveränderungen. Man könnte nun sagen, es wären gar keine Lebewesen, sondern bloss Oberflächenspannungserscheinungen, die rein physikalisch-chemischer Natur wären. Hören wir *Hartmann:*

«Die lebenden Systeme sind, wie allgemein bekannt, durch ihren Besitz an hochkomplizierten organischen Verbindungen, vor allem dicker Eiweisskörper, gegenüber den anorganischen Systemen ausgezeichnet. Wenn wir aber daran gehen wollen, lebendige Körper und leblose Körper chemisch zu unterscheiden, so kommen wir mit chemischen Definitionen zu keinem Ergebnis, *da es zur Zeit nicht möglich ist, in chemischer Beziehung Unterschiede zwischen einem lebenden und einem leblosen Organismus festzustellen.* Und selbst die Unterscheidung lebender oder lebloser organischer Körper von anorganischen Körpern, die uns auf den ersten Blick so leicht und sicher erscheint, lässt sich bei tieferem Zusehen nicht prinzipiell durchführen. Denn der Chemiker vermag im Laboratorium chemische Körper aufzubauen, die den wichtigen in den lebenden Zellen vorkommenden organischen Körpern wie Kohlehydrate, Eiweisskörper völlig gleich sind, die aber kein Leben zeigen. Eine chemische Charakterisierung und Abgrenzung der lebendigen Systeme ist mithin beim heutigen Stand der Forschung nicht möglich. Noch weniger können prinzipielle physikalische Unterschiede der lebenden Systeme gegenüber anorganischen Systemen aufgezeigt werden. Die lebenden Systeme sind Körper von kolloider Natur, die in dieser Hinsicht alle Eigenschaften mit leblosen und anorganischen Kolloiden gemeinsam aufweisen und gerade die Erforschung der kolloiden Eigenschaften der Materie in den letzten zehn bis zwanzig Jahren hat ja über viele scheinbare Besonderheiten der lebenden Systeme überraschend Aufklärung gebracht. Nur wenn die Biologie, statt wie jetzt am Anfang der nomothetischen Forschung zu stehen, bereits am Ende ihrer Forschungsziele angelangt wäre, wenn die gesamten ineinander greifenden physischen und chemischen Zusammenhänge des lebenden Organismus bekannt wären, könnte vielleicht heute eine zutreffende physikalische und chemische Definition des Lebens gegeben werden.»

Diese Aussage *Hartmanns* zwingt zu ernster Überlegung der Erscheinungen, die die Aufkochung lebloser Substanzen mit dem Resultat lebender Eigenschaften uns aufdrängen. Der Begriff des Lebens ist gegenüber dem Anorganischen auf der einen Seite allzu-

scharf abgegrenzt; man denkt mit dem Begriff Leben unwillkürlich etwas dem Leblosen durchaus Disparates mit. Wir vergessen dabei, dass es unter Zugrundelegung der Entstehung des Lebendigen aus dem Leblosen Zwischenstadien geben muss, bei denen eine Unterscheidung etwa einer Bewegung auf Grund der Definition «mechanische Oberflächenspannung» oder «lebendige Spontaneität» unmöglich ist. Steht es doch ausser Frage, dass die Gesetze der Oberflächenspannung und des Binnendrucks kolloider Substanzen der lebendigen Bewegung in der gleichen Weise zugrundeliegen wie den scheinlebendigen Bewegungen etwa eines präparierten Öltropfens. Es kommt darauf an, dass das Leben in seiner völligen Entfaltung die Eigenschaft der *Entwicklung* besitzt im Gegensatz zu den leblosen Gebilden, die auf Grund von Oberflächenspannung Bewegung zeigen. Es kann niemals gelingen, auf Grund chemischer oder physikalischer Eigenschaften allein das Lebendige gegenüber dem Leblosen zu definieren, denn physikalische und chemische Funktionen sind beiden Gebieten *gemeinsam*. Die Abgrenzung kann nur erfolgen (nicht etwa durch Leugnung der Gemeinsamkeiten, sondern) durch Auffindung derjenigen Eigenschaften des Lebendigen, die es vom Leblosen *unterscheiden*. Nach den Anschauungen, die sich aus den Bion-Versuchen ergeben, besteht der Unterschied gar nicht in irgendetwas, das im Lebendigen *neu hinzukommt* und es zum Lebendigen macht; der Unterschied ist eine *besondere Kombination von Funktionen*, die man isoliert für sich auch im Leblosen findet. Um es also zu wiederholen: Mechanische Oberflächenspannung und Binnendruck kommen im Leblosen wie im Lebendingen vor. Elektrische Teilchenladung ebenso. Doch *die spezifische Kombination, der rhythmische Wechsel von Spannung, Ladung, Entladung, Entspannung, neuerlicher Spannung, Ladung usw. ist dasjenige, was das Leben grundsätzlich kennzeichnet*. Es ist eine neue Funktion und dennoch in den Einzelteilen von anorganischen Funktionen nicht verschieden. Die Zusammensetzung anorganischer Funktionen zu einer *neuen* Funktions*art* könnte genügen, um die spezifisch lebendigen Grundfunktionen zu begründen, wie etwa den Stoff- und Energiewechsel, die Teilung, Fortpflanzung, Kohabitation etc.

Von den morphologischen Unterschieden sagt *Hartmann:*

«Hier besteht, so scheint es, ein so fundamental handgreiflicher Unterschied zwischen den lebenden und anorganischen Systemen, dass man geneigt ist, anzunehmen, lebende Systeme seien durch ihre morphologische Eigentümlichkeiten, ihre Gestalt, prinzipiell leicht und sicher zu kennzeichnen. Ein Wirbeltier, ein Fisch, ein Insekt, eine Blütenpflanze oder ein Pilz, sind morphologische Gebilde von so typischer scharf zu kennzeichnender Art, dass es hier natürlich leicht erscheint, derartige Systeme von anorganischen zu unterscheiden. Aber auch die Morphologie führt nicht ohne weiteres zum Ziele, denn es gibt Tiere wie die Amöben, die von irgendeinem kolloiden Flüssigkeitsge-

misch morphologisch nicht oder kaum zu unterscheiden sind, und es gibt Pflanzen, wie kleine Bakterien, die sich selbst von minimalsten Körnchen oder Tröpfchen, wie sie in dispersen Systemen (Kolloid) verteilt, sich finden, nicht unterscheiden lassen, somit versagt auch scheinbar die allgemeine morphologische Charakterisierung».

Aussicht hat einzig und allein die Auffindung der *Ganzheitsfunktion,* die man zwar in Einzelfunktionen physikalischer und chemischer Art zerlegen kann, die man auch im Anorganischen vorfindet, die aber im Anorganischen nicht als einheitliches Ganzes funktionieren. Man übersah bisher, dass die *einheitliche Ganzheitsfunktion in keinem Gegensatz zur Summe der Einzelfunktionen steht;* das gab den Vitalisten die Grundlage ab, das Unerklärliche metaphysisch zu begründen wie etwa bei *Driesch.* Die *Aufgabe der Naturwissenschaft kann nur sein, die Funktion festzustellen, die die physikalischen, chemischen, mechanischen Einzelfunktionen zu einer Ganzheitsfunktion zusammenfasst.* Wir dürfen also sagen: Das Lebendige unterscheidet sich vom Leblosen in den physikalisch-chemischen Einzelfunktionen in keiner Weise. Was es zum Lebendigen spezifisch stempelt, ist die Zusammenfassung der Einzelfunktionen zu einer Ganzheitsfunktion des Systems, die beherrscht wird von den zwei Grundrichtungen der *Ausdehnung (Zur Welt)* und der *Zusammenziehung (In sich zurück),* sowie dem dialektischen Wechsel von Mechanik und Elektrik. Ich halte daher auch, so sehr ich bisher mit den Aussagen von *Hartmann* einverstanden war, die folgende Schlussfolgerung für unrichtig. Er schreibt:

«Wäre es mit den heutigen Mitteln der Forschung möglich, die bei den sogenannten Reizerscheinungen sich abspielenden chemisch-energetischen Prozesse völlig zu durchschauen und zu analysieren, dann wäre eine besondere begriffliche Abgrenzung dieser Gruppe von Lebensvorgängen, die durch den Begriff Reizerscheinungen zusammengefasst werden, und die vielfach bis in die psychische Seite der höheren lebenden Systeme übergreifen, nicht notwendig. Denn dann hätten wir es in in der Tat nur mit mehr oder minder geringfügigen, physiologischen Schwankungen der stationären Prozesse, also des allgemeinen Stoff- und Energiewechsels zu tun.»

Auf Grund des früher Gesagten kann es niemals gelingen, die Ganzheitsfunktionen, die das Leben charakterisieren durch noch so detaillierte Analysen der Einzelfunktionen verständlich zu machen. Notwendig ist die restlose Erfassung des *Sprunges von der S u m m e der Einzelfunktionen zum e i n h e i t l i c h e n Funktionieren aller dieser Einzelfunktionen.* Es wäre somit ein Kolloidgemisch nicht dann als Leben zu definieren, wenn es die das Lebendige charakterisierenden physikalischen und chemischen Funktionen zeigt, sondern erst dann, wenn diese Funktionen zu einer Einheit des Organismus zusammen-

gefasst sind, wobei in der Ganzheitsfunktion sich sämtliche Elemente jeder Einzelfunktion finden müssen.

Die Ganzheitsbetrachtung der organischen Systeme stand bisher als metaphysischer Idealismus dem der Teilfunktionsanalyse der gleichen Systeme als mechanischem Materialismus gegenüber; sie waren absolute Gegensätze, unvereinbar. Mit der dialektischen Auflösung dieses Widerspruchs von Ganzheit und Details, löst sich das Problem des Lebens in befriedigender Weise, durch Ausschaltung des metaphysischen Jenseitsprinzips für die Erklärung des *Ganzen*.

Wir benötigen, um das Wunder des Lebens und seiner Funktion auf uns wirken zu lassen, keine noch so erhabene metaphysische Erklärung. Uns scheint es Wunder genug zu sein, dass wir eine einheitliche Linie feststellen können von der psychischen Erregung bzw. Befriedigung über den Triebgegensatz von Lust und Angst und den physiologischen Gegensatz von Vagus und Sympathicus, den chemischen Gegensatz von Kalium und Calzium (Lezithin und Cholesterin) bis zum rein mechanisch-physiologischen Gegensatz von Binnendruck und Oberflächenspannung sowie elektrischer Aufladung und Entladung. Die Einheitlichkeit dieser Linie von der einfachen anorganischen Blase bis zum hochkomplizierten menschlichen psychischen Funktionssystem wird in keiner Weise dadurch gestört, dass sie in den verschiedenen Formen verschiedener Funktionsentwicklung so grundverschiedene Eigenschaften und Komplizierungen aufweist.

II. KAPITEL

EIN IRRTUM IN DER DISKUSSION ÜBER DIE «URZEUGUNG»

Eine ausführliche, in alle Details vordringende Diskussion der Theorie der Urzeugung, die durch diese Experimente sich so sehr aufdrängt, ist noch nicht möglich. Dazu fehlen die wichtigsten Voraussetzungen genügender Übersicht über das erschlossene Gebiet. Doch es ist notwendig, schon jetzt auf einen Irrtum hinzuweisen, der sich in früheren Diskussionen über die Frage der Lebens-Keime bezw. der «Urzeugung» unbemerkt eingeschlichen hat.

Um die Mitte des 17. Jahrhunderts entdeckte der holländische Naturforscher *Leeuwenhoek* die Infusorien. Er kam auf den Gedanken, alle möglichen Substanzen, die sich darboten, mit Wasser zu übergiessen, also Aufgüsse, «Infusionen» anzufertigen. Er nahm Heu, Stroh, Pfeffer und alle möglichen Gewürze, begoss sie mit Wasser und liess sie eine zeitlang stehen. Wartete er lange genug, so war das Wasser angefüllt mit merkwürdigen Tierchen. Es war vollkommen selbstverständlich, sich zu fragen, wie denn diese kleinsten Tierchen in die Aufgüsse hineinkamen. Die erste Auskunft lautete nach einem Bericht von *Richard Goldschmidt* in seinem Büchlein über «Die Urtiere»: «Die Tierchen waren so klein und schienen so ausserordentlich einfach gebaut zu sein, dass man sich sehr wohl vorstellen konnte, dass sie plötzlich aus etwas Leblosem entstanden seien. Es war vorher in der zum Aufguss verwandten Substanz, im Pfeffer, im Heu, nichts Lebendes gewesen, auf einmal war es da, und so war keine andere Möglichkeit scheinbar vorhanden, als dass die plötzlich aufgetretenen Tiere sich aus diesen Dingen herausgebildet hatten. Es hatte also Lebloses Lebendiges erzeugt, eine Vorstellung, an der man nicht den geringsten Anstoss nahm.»

Etwa zur gleichen Zeit begannen die Forschungen über die Eingeweidewürmer und andere Schmarotzer im tierischen Körper. Die Forschung ergab, dass sie sich aus Larven gewisser Fliegen entwik-

keIten. Dadurch schien die Urzeugungstheorie neuerdings einen schweren Stoss zu erhalten. An die Stelle der «Urzeugungstheorie» rückte die «Keim-Theorie», d. h. alles Lebende entwickelt sich aus Lebens-Keimen und nicht aus Leblosem. Keimtheorie und Urzeugungstheorie traten somit in einen strengen Gegensatz zueinander. Als ein Experiment, das die Urzeugungstheorie angeblich einwandfrei widerlegte, wurde der Versuch des englischen Physikers *Tyndall* betrachtet. *Goldschmidt* schreibt, dass das Experiment «besonders einleuchtend» wäre. *Tyndall nahm* (nach dem Bericht Goldschmidts) eine Anzahl Flaschen, füllte sie mit Abkochungen von 54 verschiedenen Substanzen wie Fleisch u. s. f., erhitzte sie auf über 100° Celsius, bei welcher Temperatur kein Lebewesen dauernd bestehen kann, und war so sicher, dass nichts Lebendes in den Flaschen vorhanden war, dann schmolz er die Flaschen zu, schloss sie ab und reiste mit ihnen in die Schweiz. Unterwegs zerbrachen 6 Flaschen, und als er ihren Inhalt untersuchte, fand er etwas sehr Merkwürdiges: Alle Abkochungen enthielten trotz des Erhitzens eine Menge lebender Organismen. Die übrigen teilte er nun in zwei Teile ein. Mit der einen Hälfte ging er auf einen Gletscher, schlug ihnen die Hälse ab und liess sie mehrere Wochen in der reinen Gletscherluft stehen. Die andern Flaschen brachte er auf einen Heuboden des Hauses und öffnete sie ebenfalls. Einige Zeit danach untersuchte er *alle* Flaschen. Diejenigen, welche auf dem Heuboden gestanden hatten, waren, ebenso wie die, die unterwegs zerbrochen waren, angefüllt mit allem möglichen Lebenden, während in den Flaschen, die sich «auf dem Gletscher» in der reinen keimfreien Gletscherluft befunden hatten, sich keine Spur von Leben fand. «Dieser Versuch besagt», schreibt *Goldschmidt,* «dass nur in unreiner Luft die Entwicklung von Tieren in solchen Abkochungen möglich ist».

Eine offenbar affektive Abwehr des Gedankens, Lebendiges könnte aus Leblosem entstehen, liess übersehen, wie unrichtig diese Argumentation war. Was tat der Physiker *Tyndall?* Er kochte Substanzen ab und fand nach einiger Zeit in *hermetisch verschlossenen Flaschen Lebewesen,* genau so, wie es mir mit meinen Experimenten ging. Einen Teil der Flaschen brachte er in Gletscherluft, liess sie offen stehen und es waren keine Lebewesen mehr drin. Daraus zog er den unrichtigen Schluss, dass die Lebewesen, die er in den verschlossenen Flaschen fand, durch unreine Luft von aussen entstanden wären. Doch *dieser Schluss war unberechtigt.* Der einzig korrekte Schluss aus der Gletscherluft-Wirkung wäre vielleicht der gewesen, dass sich diese Lebewesen in Gletscherluft nicht *halten können.* Das Gletscherluft-Experiment erklärt in keiner Weise positiv, wie Lebewesen in Abkochungen bei zugeschmolzenen Flaschen hineinkommen können. Es ist viel wahrscheinlicher, dass die Lebewesen durch Abkochungen entstanden und dann *in der Gletscherluft abgetötet worden* waren. Zumindest hätte man die Frage nach der Entstehung der Lebewesen aus

leblosen Substanzen nicht vorschnell negativ beantworten dürfen. So streng die wissenschaftliche Forderung nach Überprüfung und Bestätigung positiver Ergebnisse ist, so streng muss sie auch sein in der Forderung nach Vorsicht bei Negierung von Tatsachen. Denn die Tatsache, dass sich in Abkochungen Lebewesen finden, ist nicht zu leugnen. Die Frage, «wie kamen die Tiere in die zugeschmolzenen Flaschen hinein?», war ja von vornherein falsch gestellt, wenn einmal feststeht, dass kein Lebewesen zugeschmolzene Gläser durchdringen kann.

Eine scheinbare weitere Stütze erfuhr die Ablehnung der Urzeugungstheorie durch die bahnbrechenden Experimente von *Pasteur*. Er wies nach, dass Luft, die vollständig «keimfrei» ist, mit Nährsubstanzen in Berührung gebracht niemals Lebendiges zustande bringt. Dazu meint *Goldschmidt:* «Also damit war für die wissenschaftliche Welt die Frage der Möglichkeit einer jetzt bestehenden Urzeugung *vollständig erledigt* und nachgewiesen, dass wenn sich irgendwo plötzlich Lebewesen zeigten, wo vorher keine waren, sie aus den Keimen entstanden sind, die überall im Staube der Luft enthalten sind». Das ist damit noch keineswegs eindeutig bewiesen, denn *eine sogenannt «keimfreie Luft» enthält eben nicht die feinsten Staubteilchen, die im Prozess der Quellung Lebewesen ergeben.* Pasteur sammelte den Staub der Luft und fand, dass es eine Menge von Keimen gibt, die geeignet sind, unter günstige Bedingungen gebracht, nämlich in *feuchte Umgebung, kleinen Lebewesen* den Ursprung *wieder*zugeben. In dieser Aussage ist bereits ein Vorurteil drin, denn die Frage nach der *Natur und Herkunft dieser Keime* blieb nach wie vor offen. *Entweder sind die Keime Lebewesen, die sozusagen nur schlafen und zu einer anderen Form von Lebewesen, nämlich Bakterien oder Protozoen werden,* dann müsste man genau Bescheid über die Natur dieser unbewegten Lebewesen, die man «Keime» nennt, wissen. So weit ich orientiert bin, besteht ein derartiges Wissen derzeit nicht; oder aber *die Keime sind feinste leblose Substanzen, die sich durch die Einwirkung von Feuchtigkeit infolge Quellung in Lebewesen verwandeln,* dann muss der Prozess dieser Verwandlung naturwissenschaftlich experimentell erwiesen werden. Auf keinen Fall besagt die Tatsache, dass sich aus staubiger Luft Lebewesen entwickeln, aus staubfreier Luft dagegen keine, dass es eine Entstehung von Lebendigem aus Leblosem *nicht* gibt. Es könnten ja gerade die feinen Staubteilchen die Keime der leblosen Substanzen sein, aus denen sich Lebewesen entwickeln. Es kommt auf die Definition des Ausdrucks «Keim» an.

Es könnte noch immer im Staub Bakterien in ausgetrocknetem Zustand geben, die sich bei Berührung mit Feuchtigkeit wieder beleben. Sind diese eingetrockneten Bakterien noch Lebewesen oder nur mehr «Staubteilchen»? Die Keimtheorie braucht also nicht unbedingt in Widerspruch zur Urzeugungstheorie zu stehen, wenn man nur den

Gedanken zulässt, dass sich Lebloses in Lebendiges wie Lebendiges in Lebloses verwandeln könnte. Zumindest sind die Vertreter der Keimtheorie im bisherigen Sinne die Antwort schuldig, wie die Keime als *Lebewesen* beschaffen sind. Was kennzeichnet sie als latente Lebewesen? Was unterscheidet sie von lebloser Materie? Wie geht die Entwicklung zum bewegten Leben vor sich? *Pasteurs Experiment widerlegt also nicht die Urzeugungstheorie, sondern enthüllt bloss die Wirkung der Staubteilchen in der Luft.* Wenn man Abkochungen erst nach 10 oder 14 Tagen beobachtet und sich dann Lebewesen vorfinden, so ist noch immer die Möglichkeit denkbar, dass Lebewesen eingedrungen sind. Wenn man aber eine Abkochung sofort vom Sterilisator zum Mikroskop bringt und sich in dieser *frischen* Abkochung Lebewesen befinden, dann erscheint die Theorie, sie wären irgendwie hineingekommen, doch völlig ausgeschlossen. Sonst gäbe es ja überhaupt keine Sterilisation. Denn selbst die Keime bedürften noch einer bestimmten Zeitspanne zur Entwicklung. Überdies sollten ja Keime durch langes Kochen über 100° vollständig abgetötet sein. Kurz, das sind Widersprüche in der Keimtheorie, die nicht notwendigerweise vorhanden sein müssten, wenn man nicht die Keime als «fertige Lebewesen» betrachten würde.

Bei dieser Gelegenheit muss noch auf eine Ungenauigkeit des Begriffs der Urzeugung hingewiesen werden. Unter Urzeugung kann verstanden werden, dass irgend einmal aus Leblosem Lebendiges entstand, das sich dann als Lebendiges weiter fortpflanzte. Urzeugung kann aber auch meinen, dass *sich unausgesetzt* heute,*in jeder Minute und in jeder Sekunde aus leblosen Substanzen lebendiges Leben entwickelt.* Sollte dieser Nachweis komplett gelingen, dann wäre das natürlich kein Widerspruch zur Entwicklung des Lebendigen aus Keimen, denn es könnte ja das spontan entstandene Leben sich durch Fortpflanzung erhalten.

So weit die Perspektiven einer derartigen Anschauung sein mögen, so bedarf es zunächst der strikten Beschränkung auf den genauesten Nachweis des Prozesses der Umwandlung des Anorganischen in Organisches. Weder die Aufgüsse von *Leeuwenhoek* noch die Experimente von *Tyndall*, noch auch die von *Pasteur* sagen über diesen Prozess der *Umwandlung* etwas aus, und zwar deshalb, weil keine *unausgesetzte* Beobachtung des Präparats stattfand. Vom leblosen Erdstäubchen bzw. der einzelnen Pflanzenfaser bis zur Sichtung komplett organisierter Mikroben bzw. Protisten gibt es eine Unmenge von *Stufen der Entwicklung*. Es gibt *Vorstufen des fertigen Lebewesens*, es gibt Stadien, in denen schwer zu entscheiden wäre: Ist das Erdklümpchen oder die Pflanzenfaser noch leblos, oder ist es schon Leben?

Von einigen Arten der experimentell erzeugten Lebewesen kann man behaupten, dass sie fertiges Leben sind. Bei andern wird man zögern, diesen Ausdruck zu gebrauchen und eher behaupten, dass es Vorstu-

fen oder Entwicklungsstufen der lebendigen Substanz sind wie etwa die plasmoid gewordenen Kristalle.

Die Quellung einer zerfallenen Pflanzenfaser oder eines Erdkristalls ist bestimmt noch ein mechanisch lebloser Vorgang. Die Loslösung eines prallen Bläschens aus einer Pflanzenfaser ist vermutlich bereits ein lebendiger Vorgang. Doch etwa eine Schlauchbildung aus einem quellenden Erdstäubchen kann noch mechanisch, kann aber auch schon als lebendig gedacht werden. Auch hier wird es ganz auf den Begriff des «Lebendigen» ankommen. Daher scheint mir bei der Kontrolle und Reproduktion der angegebenen Tatsachen vor allem wichtig, die *Details* der Verwandlung des Anorganischen, d. h. den Prozess der Quellung, des blasigen Zerfalls, der Bläschenbildung etc. zu verfolgen. Es muss angenommen werden, dass es keine Grenzen gibt zwischen Pflanzlichem und Tierischem, zwischen anorganischem Leblosem und Lebendigem. Es setzt voraus, dass man sich von der statischen, mechanischen Denkweise freimacht und den Prozess und die Dynamik funktionell zu erfassen versucht.

ZUSAMMENFASSUNG DER BISHERIGEN DISKUSSION ÜBER DIE URZEUGUNG

1. *Die Anschauung von der Urzeugung wurde nie endgültig widerlegt.* Führende Naturforscher betrachteten sie als eine unerlässliche Konsequenz naturwissenschaftlichen Denkens.
2. Das Ziel der Gegner der Urzeugungslehre war stets der Nachweis, dass sich die betreffenden Gebilde bei höheren Temperaturen töten lassen. *Die Vertreter der Urzeugungstheorie waren nicht in der Lage, den exakten Nachweis für die Urzeugung zu liefern.*
3. *Untersuchungen sofort nach der Herstellung der Abkochung wurden nicht unternommen.*
4. *Versuche, die durch Abkochung erzielten Gebilde zu kultivieren, wurden nicht unternommen.*
5. Die Übergangsstufen vom Leblosen zum Lebenden wurden nicht experimentell diskutiert.
6. Beobachtungen bei 2000—4000facher Vergrösserung waren nicht möglich.
7. Oberhalb der Temperaturgrenze von 180° wurde nicht genau geforscht, weil man über der Sicherheit der Tötung vorhandenen Lebens die Möglichkeit der Lebensentstehung bei Temperaturen oberhalb der Tötungsgrenze übersah.

III. KAPITEL

DIE DIALEKTISCH-MATERIALISTISCHE UNTERSUCHUNGS- UND DENKMETHODE

1. UNSERE METHODISCHE GRUNDEINSTELLUNG BEI DER EXPERIMENTELLEN ARBEIT

Die Durchführung der Bion-Versuche wäre nicht möglich gewesen, wenn die Arbeit nicht, abgesehen von der dialektisch-materialistischen Grundauffassung auch von einer bestimmten Haltung in der wissenschaftlichen Forschungsarbeit getragen worden wäre. Ich will versuchen, die Grundzüge dieser Einstellung zu schildern. Der wissenschaftliche Arbeiter, der die Ergebnisse durchdenken und eventuell überprüfen soll, muss auch ein Gefühl der Atmosphäre haben, in der sich die Arbeit vollzog.

Es besteht ein wesensmässiger Unterschied zwischen der wissenschaftlichen Arbeit, die bereits Bekanntes sortiert, standardisiert, ausführt, detailliert, sich also in bekannten Gegenden abspielt, und der Forschungsarbeit, die alle sonst so wohltuenden Sicherheiten fürs erste entbehren muss. Ja, wo gerade die Unsicherheit und Fragwürdigkeit dessen, das man zu sehen glaubt, ein Grundkennzeichen der Arbeit ist. Jede wissenschaftliche Entdeckung bedeutet einen Vorstoss in unbekanntes Gebiet; die Entdeckungen stehen meist in einem mehr oder minder strikten Gegensatz zu wohlbekannten *Anschauungen*, den subjektiven Interpretationen gesicherter Tatsachen. Die zweite Art der Forschungsarbeit hat also neben der Bewältigung des Unbekannten noch die Aufgabe, sich mit dem gewohnten Denken auseinanderzusetzen, es zu widerlegen, auf anderer Basis zu bestätigen oder auszuführen.

Es ist klar, dass sich die organisierte und in festen Bahnen ablaufende wissenschaftliche Arbeit etwa in staatlichen Hygieneinstituten anderer Mittel bedient als die im Neuland. Sie schaltet meist alles, was dem gewohnten Arbeitsgang widerspricht, automatisch aus. Sie

vermeidet es, von Techniken abzuweichen, die sich für die bestimmte Arbeitsaufgabe als unerlässlich und gut erwiesen haben. Es ist vielleicht ein unerlässlicher Misstand jedes wissenschaftlichen Vorstosses, dass er zwar auf der einen Seite Neuartiges entdeckt, jedoch gleichzeitig durch die Organisierung des Neuerfassten den Weg für weitere Vorstösse verrammelt.

Die Pasteur'sche Entdeckung der Sterilisation war gewiss *der* wissenschaftliche Vorstoss des vorigen Jahrhunderts, der die gesamte Medizin auf eine neue Basis stellte. Doch, wie schon du Teil in seinen Vorträgen betonte, sie verrammelte den Weg zur Erforschung der Vorgänge *oberhalb* der höchsten bekannten Sterilisationsgrenze. Die vorbrechende Forschungsarbeit muss also notwendigerweise zunächst unbeliebt sein und auf Hindernisse stossen. Die gewohnte wissenschaftliche Technik wird gestört. Die Erforschung neuer Gebiete erfordert geradezu, sagen wir es ruhig, einen gewissen Leichtsinn und eine gewisse Unbekümmertheit im Vorgehen. Konkret:

Da die bisherige bakteriologische Technik im *Töten* von Leben ihre Grundaufgabe hat, so war es nur selbstverständlich, dass die Erforschung der Mikroben sich des Tötens und des Färbens des Getöteten bediente. Durch das Färben der Präparate werden Strukturen verdeutlicht und festgehalten und dadurch dem dauernden Studium sichergestellt. Ein Prinzip unserer Arbeit musste es gerade im Gegensatz dazu werden, nur am lebenden bewegten Stoff zu arbeiten, weil gerade die *Veränderlichkeit*, die *Funktion* und nicht das Statische, nicht die Struktur zunächst das wesentliche waren.

Ist man seiner kritischen Selbstkontrolle sicher, dann darf man es wagen, in der üblichen wissenschaftlichen Arbeit höchst unerlaubte, «unwissenschaftliche» Sprünge zu machen. Es war z. B. im Beginn der Arbeit unerlässlich, wenn auch nicht beabsichtigt, dass die Stoffe *unsteril* miteinander gemischt wurden. Hätte ich von vornherein mit hoher Sterilisation gearbeitet, so hätte sich mir die Unterscheidung zwischen der wenig bewegten Natur des Unsterilen und der bewegten Natur des Hochsterilen sofort nach der Herstellung des Präparats nicht eröffnet. Die Quellung und besonders die Kultivierung hochsteriler Kohlekristalle schienen mir selbst bei den ersten Versuchen ein wenig «verrückt». Doch gerade dieser Sprung ins höchst unwissenschaftliche Verfahren ermöglichte die Aufklärung der Sporentheorie. Voraussetzung der Korrektheit solcher Sprünge ist jedoch, dass man nachher auch wirklich die Kontrolle durchführt. Oft erstickt die wissenschaftliche Forschungsarbeit in überreichlicher Kontrolle.

Meine ersten Mitarbeiter arbeiteten wochen- und monatelang an der Feststellung der Erscheinungen, die sich durch mechanisches Erschüttern der zuführenden Drähte am Oszillographen ergaben. Diese Schwankungen betrugen etwa ein bis höchstens fünf Millivolt. Die

Experimentatoren waren derart in diese Kontrolle vertieft, dass sie die 20, 30 und 50 MV betragenden Schwankungen der Kitzelerregung an der Handfläche z. B. garnicht zu sehen wagten. Es überraschte mich, als mein erster Mitarbeiter beim Anblick der ersten Aufnahme einer Erregungsschwankung sich für die Herzzacken, die dabei zu sehen waren, begeisterte. Sie betrugen etwa 1 mm, die Erregungsschwankungen jedoch etwa 2 cm. Ich versuchte mir dieses Phänomen, mit dem ich schwer zu ringen hatte, zu erklären und glaubte korrekt zu urteilen, wenn ich meinte, dass die Neigung zum Spiel und zum Leichtsinn auch in den strengsten «wissenschaftlichen Charakteren» so gross ist, dass sie sich davor durch eine schädliche Übertechnisierung und Überspitzung der Kontrollarbeit schützen müssen. Es gibt Wissenschaftler, die ein Ergebnis garnicht anschauen wollen, ehe sie nicht eine peinlich genaue Darstellung der betreffenden Apparatur vorliegen haben. Ich meine, das ist übertrieben. Es ist zwar ausserordentlich wichtig, dass man eine Bewegung bei elektrischer Stromdurchschickung unterm Mikroskop nicht sofort als eine Kataphorese diagnostiziert, sondern erst einmal einen Apparat besitzt, den man genau kennt und der eine *Stromwendung* ermöglicht, wodurch sich eine Kataphorese von einer Flüssigkeitsströmung unterscheiden lässt. Doch der Apparat darf nicht wichtiger sein als die Erscheinung, die man begreifen will. Ich habe es in dieser Arbeit lernen müssen, sehr fragliche, ja sehr unwahrscheinliche Phänomene einfach ohne jede Kontrolle und ohne jedes Bedenken lange auf mich wirken zu lassen. Es ist immer wieder überraschend, zu welchen Resultaten man durch diesen bewussten wissenschaftlichen Leichtsinn gelangt, immer vorausgesetzt, dass die strenge Kontrolle dem spielerischen Sprunge folgt.

Ein anderes Verhalten ist höchst bedauerlich. Ein Forscher sichtet ein Phänomen, z. B. Bewegung in Tusche, beschreibt es, gibt es bekannt. Es wird nach ihm benannt und heisst *Brown*'sche Bewegung. *Brown* selbst glaubte, dass es sich um eine lebendige Erscheinung handelte. Die Physiker erklären das Phänomen für eine rein *physikalische* Erscheinung, veranlasst durch die Molekularbewegung. Die Brown'sche Bewegung wird nun entgegen der Meinung ihres Entdekkers als ein Begriff festgehalten, mit dem man von nun an *jede* mikroskopische Bewegung, die nicht in gut bekannter Weise vom Lebendigen herstammt, «erklärt» wird. Es ist nicht angenehm, immer wieder einen Ausdruck zu hören, wenn man andersartige, sich damit garnicht deckende Erscheinungen demonstriert. Ein Physiker gestand mir, dass er die Brown'sche Bewegung in der Mittelschule lehre, aber sie selbst noch niemals gesehen hätte. Im bakteriologischen Handbuch von Romeis findet sich die Brown'sche Bewegung überhaupt nicht erwähnt; sie gehört ja dem Nichtleben an, ist ja ein für allemal als Nichtleben erklärt, also muss man sich damit nicht weiter beschäf-

tigen. Es musste also zu einem methodischen Grundsatz meiner Arbeit werden, *jede technische Errungenschaft der wissenschaftlichen Forschung zu übernehmen, jede praktische Beobachtung genau zu registrieren, jedoch,* um nicht gestört zu werden, *jede theoretische Auslegung zunächst unbeachtet zu lassen.* Ich pflege, um von vornherein Schwierigkeiten der Arbeit zu beseitigen, meine Mitarbeiter ausdrücklich darum zu bitten, nur ihre Technik und ihre Tatsachenkenntnisse anzuwenden, jedoch in der Arbeit und mir gegenüber irgendwelche gelernten Theorien oder Anschauungen zu vergessen. So wurde es möglich, den Versuch durchzuführen, Russ zu glühen und in Bouillon + KCl quellen zu lassen, ja sogar zu kultivieren. Es stellt sich nämlich heraus, dass diese sogenannte physikalische Bewegung, die ja als solche *immer* vorhanden sein müsste, bei Veränderung der Bedingungen nicht vorhanden ist, dass die Kohle- und Russ-Stäubchen schön ruhig da liegen, dass sie sich nach einiger Zeit der Quellung zu rühren beginnen etc. und dass die Bewegung nach mehreren Wochen oder Monaten aufhört. Die Bequemlichkeit des Denkens in der naturwissenschaftlichen Arbeit ist gewiss eine Erscheinung, die man bei Durchbrüchen in unwahrscheinlich klingende Gebiete sehr deutlich zu spüren bekommt. Man hat also in der zweiten Art wissenschaftlicher Forschung nicht nur Tatsachen und Probleme zu bewältigen und nicht nur gegen überlieferte, oft falsche Anschauungen zu kämpfen und sie zu widerlegen, mehr: Neben dem eigenen Gefühl von der Richtigkeit und Korrektheit der Annahmen, das unbedingt vorhanden sein muss, hat man mit den unerlässlichen und quälenden Zweifeln an der eigenen Sache zu kämpfen, die einen sowohl sehr befruchten, aber auch sehr oft veranlassen können, die Arbeit in einem verfrühten Stadium abzubrechen. Ich hörte von einem Universitätslehrer, dass er in der gleichen Richtung seinerzeit gearbeitet hätte, jedoch die Sache wegen allzugrosser Schwierigkeiten, die ihm bereitet wurden, aufgegeben hätte.

So viel von den Grundeinstellungen, die für eine derartige Arbeit unerlässlich sind. Ihr Hauptgrundsatz ist: nichts glauben, sich selbst augenscheinlich überzeugen und eine einmal gesichtete Tatsache nicht mehr aus dem Auge lassen, bis sie sich restlos enthüllt hat.

Ebenso wesentlich ist die methodische Einstellung des dialektisch-materialistischen Denkens und Arbeitens, die wir bewusst anwenden. Aus methodischen Gründen der Sicherheit tötet man das Lebendige, um am Getöteten das Leben zu studieren. Das Ergebnis müssen mechanische Vorstellungen über das Leben sein. Eine dialektisch-materialistische Grundeinstellung, die sich also von der mechanischen grundsätzlich unterscheidet, muss notwendigerweise das Objekt in dem Zustande untersuchen, der gemeint ist, also Leben in lebendigem Zustande. Das lebendige Einzelobjekt oder auch das Detail dieses Einzelobjekts kann nicht nur als solches untersucht werden; das Grundprinzip der Lebensdynamik beherrscht nicht nur alles, was Leben ist,

nicht nur den Einzelorganismus als ganzen, sondern selbstverständlich auch jeden Teil des Einzelorganismus. Das gleichzeitige Denken von Detail und Ganzheit, das die Arbeit unausgesetzt begleitet und lenkt, ist eine weitere Voraussetzung der Produktivität der wissenschaftlichen Forschung. Die mechanischen Auffassungen des lebendigen Geschehens sind methodisch notwendigerweise fehlerhaft. Die Hoffnung ist darauf gesetzt, dass eine weitere Komplizierung der synthetischen Bewegungen der lebendigen Substanzen einmal Leben ergeben könnten. Doch das wesentliche am Leben ist nicht der komplizierte Stoff, sondern die komplizierte Funktion. Begriffe wie Biogenmolekül, Energid etc. sind nur Hilfsvorstellungen für die Arbeit. Sie decken keine Tatbestände. Sie versuchen, das Verständnis einer Funktion durch das Wirken eines «Stoffes» zu ersetzen. Sie sagen nur über den mechanisch-chemischen Vorgang etwas aus, doch sie werden metaphysisch, wenn sie die Funktion zu erklären haben. Da sie nur Hilfsvorstellungen sind und keine Tatbestände, keine Funktionen erfassen, behindern sie oft die Praxis der Forschung mehr als sie sie fördern. Es ist nur ein neues X, das solange Gott ist, solange die Funktion in sich nicht *materiell* begreifbar und *reproduzierbar* ist. Das Elend der chemisch-mechanischen Auffassung des Lebens besteht darin, dass man vom Einzelnen durch *Addition von Einzelheiten* zum Ganzen zu gelangen trachtet, statt *in jedem Einzelnen die Funktion des Ganzen aufzusuchen.* Für unsere methodische Grundeinstellung besteht zwischen der Plasmaströmung einer Amöbe, die man sieht, und der vegetativen Strömung, die man in bestimmten Erregungszuständen fühlt, kein Unterschied. Man erklärt die Funktion eines Baumes nicht, wenn man die chemische Verbindung der Cellulose nachweist. Das Blatt verzweigt sich genau so wie die Äste eines Baumes, und die Einzelzweige des Stützgerüstes und die Flüssigkeitswege des Blattes verzweigen sich wieder in sich. Eine Einheit beherrscht das Ganze.

Die Physiologie z. B. beschreibt die Bahnen und Richtungswege der Impulse und meint, damit den Impuls selbst erklärt zu haben. Durch die mechanische stoffliche Erklärung der beobachteten Erscheinungen und durch die Zerteilung des ganzen Organismus in Teile für sich verrammelt sich der Weg zur biologischen Gesamtfunktion des Ganzen. Sie trennt auch z. B. die Gemütsbewegungen und Stimmungen von den vegetativen Funktionen ab, etwa: «Die Freude rötet das Antlitz» (eine idealistisch-metaphysische Vorstellung des Vorganges) oder «Zur Angst gesellt sich Schweissausbruch», oder «Es gibt wohl kein vom vegetativen Nervensystem versorgtes Organ, das nicht durch diese oder jene Stimmungsart in seiner Funktion beeinflusst würde.»

Die Funktion des Organismus wird entsprechend soziologischen Vorstellungen gedacht. Das Gehirn ist die «oberste Zentrale», der «Lenker des Organismus» entsprechend etwa dem Herrscher, der einen

Staat regiert; doch das Gehirn ist eine Spätbildung des Organismus. Es gibt Organismen, die überhaupt kein Gehirn besitzen, daher kann das Gehirn in seiner Funktion nicht die Zentrale des Funktionierens sein. Der *vegetative Organismus* ist primitiver, älter als das Gehirn und daher *Ursprung und Zentrum im funktionellen Sinn*. Es hat sich im Gehirn eine Schaltstation geschaffen. Leben ohne Gehirn ist möglich, Gehirn ohne vegetatives Leben ist unmöglich. Die Ursache derartiger Denkirrtümer ist die intellektualistische Projektion seiner eigenen Vorstellung von Funktionen in die Wirklichkeit. Jahrzehntelang herrschte die Auffassung vor, dass die vegetativ innervierten Organe keine Empfindung vermitteln. Demgegenüber steht jedoch heute bereits messbar fest, dass das Ich-Gefühl die Widerspiegelung der jeweils aktiven vegetativen Erregungen darstellt. Man verspürt das Zusammenziehen des Sympathicus unmittelbar, wenn man knapp an einem tiefen Abgrund steht. Man verspürt die Lust als Expansion, als Streckung, Weitung. Es ist eine notwendige Annahme, die aus der Identität von Organempfinden und vegetativem Leben folgt, dass auch der Wurm sich empfinden muss, denn die vegetative Strömung ist identisch mit Lust- und Unlustempfinden.

Diese Bemerkungen aus einem anderen Teilgebiet waren notwendig, denn auch sie kennzeichnen ein Stück der Grundeinstellung in der Arbeit. Zwar spricht die Messung und das reproduzierende Experiment in der wissenschaftlichen Arbeit das allerletzte Wort; doch wenn ich eine Amöbe sich strecken, das Plasma in ihr strömen sehe, so reagiere ich mit meinem ganzen Organismus auf diese Wahrnehmung. Die Identität meines vegetativen Körperempfindens mit der objektiv sichtbaren Plasmaströmung der Amöbe ist mir unmittelbar evident. Ich fühle sie unleugbar. Es wäre falsch, daraus bereits wissenschaftliche Theorie abzuleiten, aber aus derartigen vegetativen, unwillkürlichen Akten der Wahrnehmung sich die Überzeugung und die Kraft für strenge experimentelle naturwissenschaftliche Arbeit zu schöpfen, ist eine unerlässliche Voraussetzung produktiver Forschung.

2. DAS DIALEKTISCH-MATERIALISTISCHE ENTWICKLUNGSGESETZ

a. Der Streit zwischen Mechanismus und Vitalismus in der Biologie

Die materialistische Dialektik bedeutet sowohl gegenüber dem mechanischen Materialismus vom Büchnerschen Typus wie auch gegenüber dem nicht mehr absoluten sondern dialektischen Idealismus von *Hegel* eine unendlich fruchtbare, bisher nur verhältnismässig wenig ausgenützte Bereicherung des naturwissenschaftlichen Denkens. Es genügt natürlich nicht, die materialistische Dialektik als die bessere Methode einfach zu rühmen oder sie in abstrakt philosophischen De-

batten zu erörtern, sozusagen «Methode an sich» zu betreiben. Zweierlei ist unerlässlich: Erstens die Methode des dialektischen Materialismus konkret an aktuellen Problemen der Naturwissenschaft und Gesellschaft zu prüfen, sie an ihnen neu anzuwenden, ihre Überlegenheit zu *beweisen,* zu zeigen, dass man *in der Tat* mit ihr mehr erkennt und erzielt als mit den mechanistischen Methoden.

Fassen wir kurz die Grundsätze der dialektisch-materialistischen Methode zusammen:

Der mechanische Materialismus behauptet, dass sich die Entwicklung in einer «Kausalreihe» abspiele; das heisst, jede Erscheinung habe ihre Ursache, diese Ursache selbst sei jedoch wieder die Folge einer früheren Ursache und so fort. Wie der Vorgang «B» aus dem Vorgang «A» «entsteht», vermag er aber nicht wirklich begreifbar zu machen. Er muss daher ein «Entwicklungsprinzip» annehmen, das aber erst selbst einer Erklärung bedarf. Warum gibt es überhaupt eine Entwicklung? Diese Frage vermag er nur durch Heranziehung einer der Materie innewohnenden «Kraft» zu begreifen, die nichts anderes als der «Geist» der Metaphysiker ist. Woher stammen aber die Kraft bezw. der Geist, die Wirkungen ausüben? Der dialektische Materialismus dagegen behauptet, dass sich die Entwicklung aus dem Vorhandensein von Gegensätzen innerhalb der Materie erkläre, die einen Widerspruch bedingen. Innerhalb einer bestimmten Situation kann der Widerspruch nicht gelöst werden, die Gegensätze drängen daher zu einer *Veränderung* der Situation und derart entsteht etwas *Neues.* Dieses *Neue* entstand durch die Lösung des Widerspruchs, entwickelt aber selbst neue Widersprüche, die zu weiterer Lösung drängen und so fort. Derart wird überhaupt erst begreiflich, dass sich alles Geschehen im ewigen Flusse befindet, dass alles einmal entsteht und ebenso wieder vergeht. Es gibt also nichts Vereinzeltes und Absolutes, alles steht auch in Wechselbeziehung mit anderen Gegebenheiten.

Die mechanische Anschauung sieht die Gegensätze absolut, mit einander unvereinbar. Der dialektische Materialismus sieht die Identität der Gegensätze; sie können auseinander hervorgehen. Hass ist nicht nur ein Gegensatz der Liebe, sondern kann aus der Liebe hervorgehen. Manche bewusste Liebe ist unbewusster Hass und umgekehrt ist oft bewusster Hass eine unbewusste Liebe.

Die mechanische Anschauung sieht die Dinge nicht nur als ewig an, sie sieht auch Entwicklung. Gerade die mechanistische Wissenschaft von der Aufklärungszeit ab führte den Gedanken der Entwicklung durch. Aber sie vertritt, wo sie weltanschaulich gebunden ist, den Standpunkt, dass die Entwicklung eine allmähliche *und nur dies* wäre; es gäbe keine *plötzlichen* Änderungen. Die materialistische Dialektik sieht, dass allmähliche Entwicklung in plötzliche umschlägt, dass die Evolution den Entwicklungssprung vorbereitet. Nun widerlegt sehr oft die wissenschaftliche Forschung die mechanistische Philosophie,

dort nämlich, wo sie sprunghafte Veränderungen im Entwicklungsgang richtig sieht.

Die mechanische sowohl wie die idealistische Philosophie leugnen die Möglichkeit, dass Quantität aus Qualität und umgekehrt auseinander hervorgehen. Der dialektische Materialismus behauptet dagegen, dass Quantität in Qualität und umgekehrt Qualität in Quantität nicht nur umschlagen können, sondern dass dieses Umschlagen zu den Grundlagen jedes Naturprozesses gehört.

Die naturwissenschaftliche Erkenntnis schreitet viel langsamer voran als der Erkenntnisdrang; den Bestrebungen, die ermittelten Erkenntnisse zu einem weltanschaulichen Gesamtbild des Naturgeschehens vorauseilend zusammenzufassen, entsprangen die naturphilosophischen Theorien. Unter diesen sind zwei Hauptrichtungen zu unterscheiden: Der *mechanische* Materialismus und der *Vitalismus*. Der Forscher gelangt nicht nur zu bestimmten allgemeinen Anschauungen auf Grund seiner und anderer Ermittlungen, er tritt meist bewusst oder unbewusst bereits mit einer allgemeinen philosophischen Grundanschauung an die Dinge heran; die Theoriebildung hängt auch von den weltanschaulichen Voraussetzungen des Forschers ab. Man wird an das psychophysische Grenzproblem nicht ohne Kenntnis der wissenschaftskritischen Grundtheorien herantreten können. Ich resümiere daher kurz die Differenz der mechanistisch-materialistischen und der vitalistischen Weltanschauung.

Der materialistische Theoretiker versucht den Organismus als eine Maschine zu begreifen; er ergründet die energetischen Prozesse, den Chemismus, die physiologischen Gesetzmässigkeiten, und behauptet, im Organischen gälten die gleichen Gesetze wie im Anorganischen, ihre Grundlagen seien nur komplizierter und deshalb schwerer zu erfassen. Aber im Prinzip genüge die Kenntnis der physikalischen, chemischen und physiologischen Prozesse zur Erklärung des Lebendigen.

Der Vitalist, dessen kritische Position infolge der Mangelhaftigkeit der Kenntnis zunächst bedeutend vorteilhafter ist, wendet ein: Im Organischen gibt es ausser den kausalen Beziehungen der Teile noch die *Zweckmässigkeit* und die Wirkung des *Ganzen*, in dessen Dienst die Teile stehen. Die Entwicklung ist nicht beliebig, sondern sie verläuft in bestimmten Formen, die kausal nicht zu erklären seien. Ein Ziel, *Telos*, bestimme die Entwicklung der einzelnen Teile zum Ganzen, zur Art etc. Dieses Ziel sei erhaltungsgemäss gerichtet, es betreffe die Erhaltung des Ganzen, die Formung des Ganzen und die Fortpflanzung der Art.

Der Mechanist behauptet nun demgegenüber, das gäbe es auch bei den Kristallen und bei den chemischen Verbindungen, nur sei hier die Beziehung der Teile zum Ganzen leichter zu analysieren; auch hier könne kein Teil ohne Zerstörung des Ganzen entfernt werden. Der Unterschied zum Organischen sei also kein prinzipieller.

Der Vitalist wendet demgegenüber ein, die *Summe der Teile* ergäbe noch *keinen funktionierenden* Organismus; über dem Ganzen schwebe ein Zweck, eine Idee, die es beherrschen. Wir wissen, es ist der gleiche Einwand, den die Geisteswissenschaften gegenüber den Naturwissenschaften, die Werttheoretiker gegenüber den Materialisten immer wieder vorbringen.

Der Mechanist vermag auf Köhlers «physische Gestalten» hinzuweisen, die den Nachweis der Ganzheit anorganischer Systeme erbringen.

Der Vitalist weiss aber seine Position zu halten; er sagt: Wasserstoff und Sauerstoff sind chemisch zu erweisen, auch ihre Zusammenfassung zu Wasser; aber H_20 zeigt völlig neue Eigenschaften, die weder in H noch in 0 waren, sie sind also nicht begreifbar, sondern «irrational», werden mechanisch nie erfassbar sein. Die Qualitäten («grün», «rot», «flüssig», etc.) sind spezifisch neu entstehende Eigenschaften und daher der ratio, dem Verstand, unzugänglich, desgleichen das Problem der Form und der Art; Physik des Bewusstseinsprozesses ergibt Schwingungen, aber keine Erklärung der Farbe «grün».

Ein Mechanist wie etwa *Max Hartmann* antwortet darauf, die Naturwissenschaft sei an der Erklärung des Irrationalen nicht interessiert. Der irrationale Rest des Seins läge ausserhalb der Sphäre der Naturwissenschaft; der Zweck erkläre jedoch nichts, denn er bedürfe selbst der Erklärung; das Zweckprinzip biete nur der konstitutiven Forschung Anhaltspunkte zum Eindringen in die Materie, in sonst unwegsame Gebiete.

Der Vitalist wie etwa *Driesch* erbietet sich, Beweise für die Notwendigkeit des Zweckmässigkeitsprinzips zu erbringen. Jede Zelle ist Teil, aber zugleich kann es das Ganze entwickeln. Das spricht für die «prospektive Potenz» des Organischen. Niemals könne man aus einer Schraube die Ganzheit einer Maschine herstellen. Der Organismus dagegen sei ein «harmonisch-äquipotentielles System» (Driesch).

Der Mechanist entgegnet: Jede Zelle enthält den ganzen Chemismus, der die Differenzierung ermöglicht. Notwendig sei die Kenntnis der kolloidalen Feinstruktur. Hier bestehe zwar eine Lücke, das sei aber kein Beweis der Unmöglichkeit der Erklärung.

Der Vitalist verweist auf die Vererbung und die Eiteilung; jedes Ei könne das Ganze herstellen, man müsste also vom Standpunkt des Mechanismus eine dreidimensionale Maschine im Ei annehmen; die Teilung aus *einer* Urgeschlechtszelle schliesse jedoch die Maschine aus, denn eine Maschine könne sich nicht so viele Male teilen und dabei dennoch ganz bleiben.

Der Mechanist verweist auf die Chromosomenteilung, das heisst auf die gleiche Teilung der Potenzen.

Der Vitalist entgegnet, die Selbstteilung könne mechanistisch nicht erklärt werden.

Genug, derart läuft der Streit ins unendliche und wird unentschieden bleiben. Ich erwähnte seine Grundzüge, um unsere methodische Grundeinstellung, die sich von der mechanistischen-materialistischen wie von der vitalistischen grundsätzlich unterscheidet, zu präzisieren.

b. Die drei dialektischen Systeme

Der dialektische Materialismus leugnet die Existenz eines Zweckprinzips in der Natur, also die Existenz eines jenseits des energetischen Prozesses vorhandenen übernatürlichen Ziels, das nach der allgemeinen Anschauung die Entwicklung bestimmen soll. Doch er leugnet ebenso das Vorhandensein eines mechanistisch kausalen Prinzips. Nehmen wir nämlich *eine* materielle Kraft an, die die Entwicklung irgendeines Prozesses steuern soll, so haben wir im selben Augenblick ein metaphysisches, jenseits von Materie und Energie liegendes und wirkendes Prinzip unbewusst neuerlich eingeführt. Die Naturwissenschaft ist heute im allgemeinen von den zwei genannten Denk- und Erklärungsprinzipien des metaphysischen Fatalismus und des mechanischen Kausalismus beherrscht. Ihre Leugnung stellt jedoch den dialektischen Materialismus vor die schwierige Aufgabe zu *beweisen*, dass er Widersprüche zu lösen und Erklärungen zu bringen vermag, die jenen anderen Denkmethoden verschlossen bleiben. Er muss sich *praktisch* dadurch beweisen, dass er *experimentell* Probleme auf besondere Art zu lösen vermag, die bisher nicht lösbar waren. Selbstverständlich gilt für den dialektischen Materialismus als Arbeitsmethode in allererster Linie sein eigener Grundsatz, dass sich die Theorie durch die Praxis zu beweisen und mit ihr eine Einheit zu bilden hat.

Der Entwicklungsmechaniker wird ebenso wie der Zweckphilosoph sagen: «Schön, also alle Entwicklung geht in Gegensätzen und Widersprüchen vor sich. Wir verstehen, dass wenn eine Kraft A mit einer Kraft B in Konflikt gerät, sich daraus etwas Neues, Drittes ergeben muss, die Richtung C, worin A und B trotzdem noch vorhanden sind. C stösst auf D und der Prozess läuft solchermassen weiter. Doch wie ist es mit der *organischen Entwicklung?* Es gibt eine Keimentwicklung, ohne dass der Keim mit einer äusseren Kraft zusammentreffen würde. Es ist deutlich, dass hier die Entwicklung aus einem *innerhalb des Keims* liegenden Prinzips erfolgt. *Doch wie entstand dieser innere Widerspruch,* der die Entwicklung nunmehr *von innen heraus* antreibt? Auch dieser innere Widerspruch muss doch einmal entstanden sein!»

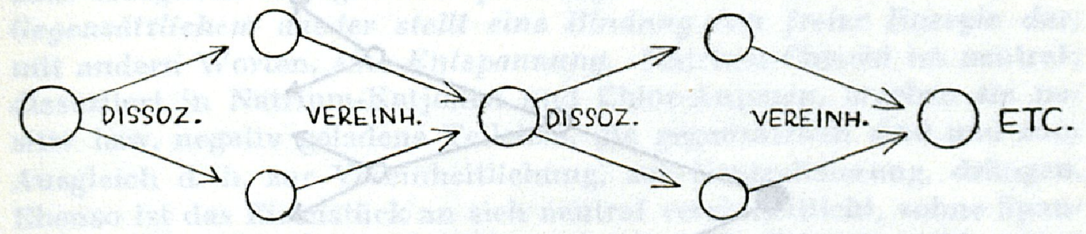
Diese kritische Frage des Entwicklungsmechanikers und des Zweckphilosophen ist durchaus berechtigt. Es genügt nicht, wenn der

dialektische Materialismus behauptet, dass sich aus zwei einander gegenübertretenden Kräften etwas Drittes, Neues ergibt. Es ist unerlässlich, das *Werden* des *inneren* Widerspruchs handgreiflich zu fassen und seine Funktion zu begreifen. Überblicken wir das wissenschaftliche Arsenal des dialektischen Materialismus, so müssen wir gestehen, dass diese Frage bisher weder gestellt noch beantwortet wurde. Die biologische Entwicklung liess sich bisher schwer ins dialektisch-materialistische Denken einordnen.

Es ist notwendig, dreierlei Arten von Gegensätzlichkeit in der Natur zu unterscheiden:

a) den *Gegensatz der Systeme (System-Gegensatz):* Wenn ein Körpersystem A auf ein zweites Körpersystem B trifft, sagen wir in der Bewegung zweier Kugeln, dann müssen beide ihre Richtung irgendwie verändern. Es entsteht eine *dritte* Richtung. So ist das Verhältnis von Zentripetal- und Zentrifugalkraft der Gestirne und der Resultierenden aus beiden, dem Kreislauf der Planeten, ein typisches Beispiel für einen dialektischen Systemgegensatz.

b) den *dissoziativen Gegensatz:* Wenn ich einem neutralen Eisenstück das positive Ende eines Magneten nähere, dann treten Eisen und Magnet in einen *System*gegensatz zueinander. Das hat eine bestimmte Wirkung auf das Eisen, die sich in einer *inneren* Neuanordnung der Moleküle kundgibt. Das indifferente Eisen wird an der dem Magneten zugewandten Seite negativ, an der ihm abgewandten positiv werden. In dem einheitlichen Eisen entstanden zwei entgegengesetzte Richtungen auf Grund der Einwirkung des Magneten auf das Eisenstück. Entfernen wir den Magneten wieder, dann vereinheitlicht sich wieder der frühere Gegensatz zum neutralen Eisen. Die «Umwelt» (der Magnet) macht das Eisen selbst magnetisch, d. h. ein Stück der Umwelt ist nun «im Eisen drin». In anderer Terminologie würden wir sagen, ein *äusserer* Widerspruch oder Gegensatz wurde zu einem *inneren* Widerspruch. Das Schema des *dissoziativen* Gegensatzes ist folgendes:



Magnetismus, Elektrizität, Salz — Base — Säure etc.

Ein anderes Beispiel: Positive und negative Elektrizität unterliegen ebenfalls dem Gesetz des dissoziativen Gegensatzes, ebenso die chemische Dissoziation etwa:

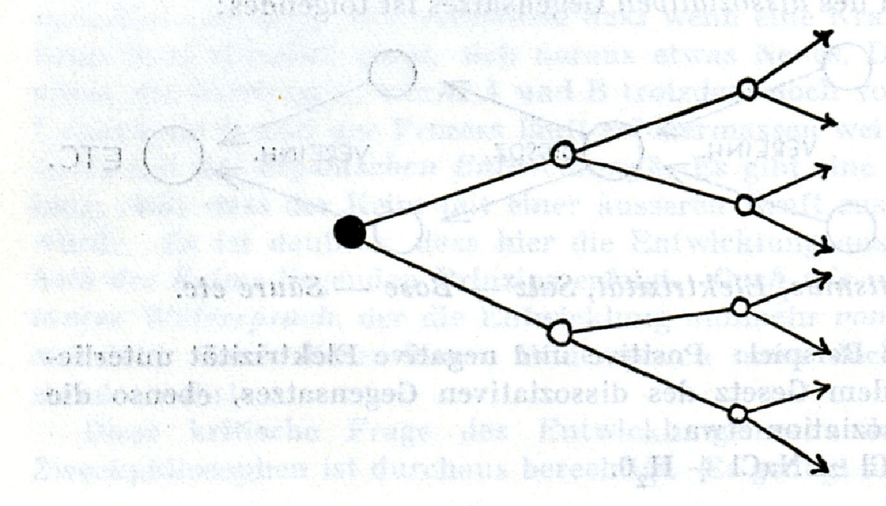
$NaOH + HCl = NaCl + H_2O$.

Im Prozess der Dissoziation entsteht aus dem neutralen Zustand heraus auch die Spannung des Gegensätzlichen, die zum Ausgleich des Widerspruchs d. h. zur Entspannung drängt. Spannung und Entspannung sind also nicht etwa aufeinanderfolgende voneinander unabhängige Vorgänge, sondern: *Im Prozess der Spannung entstehen auch die Motive der Entspannung und ebenso liegt in der Entspannung bereits wesentlich alles vor, was zu neuerlicher Spannung führen kann.*

Das Salz $Na_2SO_4 + 2\ H_20$ gibt bei Elektrolyse $2\ Na\cdot + 2\ OH' + 2H. + SO_4'$

Vereinige ich nun die entgegengesetzten chemischen Verbindungen Natriumlauge und Schwefelsäure, so entsteht daraus das vereinheitlichte neutrale Produkt Na_2SO_4 (Natriumsulfat) und $2H_2O$ (Wasser). Veranschaulichen wir uns dieses Ineinandergreifen von Spannung und Entspannung an dem Bild einer Stahlfeder. Dehne ich die Stahlfeder, so wird im gleichen Masse mit der Dehnung auch der «Impuls» in der Feder auftreten, in den entspannten Ruhezustand zurückzukehren. Lasse ich die Feder los, dann kehrt sie von selbst in den entspannten Zustand zurück. Das organische Leben unterscheidet sich von der mechanisch gespannten leblosen Feder dadurch, *dass es sich von selbst neuerdings spannen kann.*

c) den *genetischen Gegensatz:* Bisher hatten wir nur den Wechsel von Vereinheitlichung und dissoziativer Gegenüberstellung. Eine lebende Zelle dissoziiert, bevor sie sich teilt, zunächst innerlich, in Gestalt der Kernteilung eines aufgesplitterten Einheitlichen. Die Kopulation zweier derartig innerlich dissoziierter Zellen bedeutet nun wieder eine Vereinheitlichung des Gegensätzlichen. Doch der Prozess der Zellteilung unterscheidet sich von der einfachen Dissoziation dadurch, dass sie *in geometrischer Reihe fortschreitet.* Eine Zelle splittert sich in zwei auf, diese wieder in vier, diese wieder in acht, sechzehn u. s. f. Ihr Schema ist folgendes:



Es wird uns später noch beschäftigen, wie sich das genetisch Aufgesplitterte später wieder vereinheitlicht. Wir können vorausschikken: *Die Aufsplitterung im Wachstum eines biologischen Organismus geht einher mit einer ständigen Zusammenfassung der aufgesplitterten biologischen Einheiten zu einer einheitlichen Funktion des Gesamtorganismus.* Überblicken wir nunmehr die drei genannten Grundformen der dialektischen Funktion in der Natur, dann sehen wir:

Der *Systemgegensatz* gilt im Bereiche alles Seins. Es gibt keinen Bereich des Seins, in dem nicht dem einen Körper ein anderer in irgendeiner Funktion gegenüberstünde, sei es nun in der Wirkung der Moleküle aufeinander oder der Beziehungen zwischen Menschen oder den Weltenkörpern.

Der *dissoziative Gegensatz* beherrscht in Gestalt von Mechanik, Chemik und Elektrik das anorganische ebenso wie das organische Sein.

Der genetische Gegensatz ist ausschliesslich dem organischen Sein eigen. Der Gegensatz zweier Körper im Raum kann nun Ursache eines dissoziativen Gegensatzes (magnetisches Eisen) ebenso sein, wie der dissoziative Gegensatz Ursprung eines genetischen werden kann (Zellteilung). In der Welt des Lebendigen sind alle drei Gegensatzarten enthalten. *Das Organische hat mit dem anorganischen Sein den Systemgegensatz und den dissoziativen Gegensatz gemeinsam. Es unterscheidet sich vom Anorganischen durch die Funktion des genetischen Gegensatzes.* Kopulation und Zeugung entsprechen der Vereinheitlichung zweier Gegensätze in einem dritten Neuen. Die Fortpflanzung des Individuums ist gleichzeitig Dissoziation des Einen. Die biologische Symmetrie der Organismen ist *unmittelbarer* Ausdruck der dissoziativen Funktion.

Betrachten wir die grundlegenden Vorgänge der chemischen Dissoziation und des Elektro-Magnetismus: Jede Dissoziation bzw. Aufsplitterung des Einheitlichen in Gegensätze bedeutet gleichzeitig eine Entbindung von Energie oder, was dasselbe ist, die Herstellung einer zum Ausgleich drängenden Spannung. *Jede Vereinheitlichung von Gegensätzlichem wieder stellt eine Bindung von freier Energie dar,* mit andern Worten, *eine Entspannung.* Natrium-Chlorid ist neutral; dissoziiert in Natrium-Katjonen und Chlor-Anjonen, ergeben sie positiv bzw. negativ geladene Teilchen, die gegensätzlich sind und zum Ausgleich d. h. zur Vereinheitlichung, zur Neutralisierung, drängen. Ebenso ist das Eisenstück an sich neutral vereinheitlicht, «ohne Spannung». Dissoziiert nun das Eisen unter dem Einfluss eines Magneten in positiv und negativ geladene Teilchen, so wurde Energie frei. Es entstand eine gegensätzliche Spannung. Das erkennen wir daran, dass das früher indifferente Eisenstück nunmehr *Arbeit zu leisten* vermag. Es kann etwa ein anderes Eisenstück aus seiner Ruhelage bringen, was es vorher nicht konnte. Ebenso leistet nun der dissoziierte Elek-

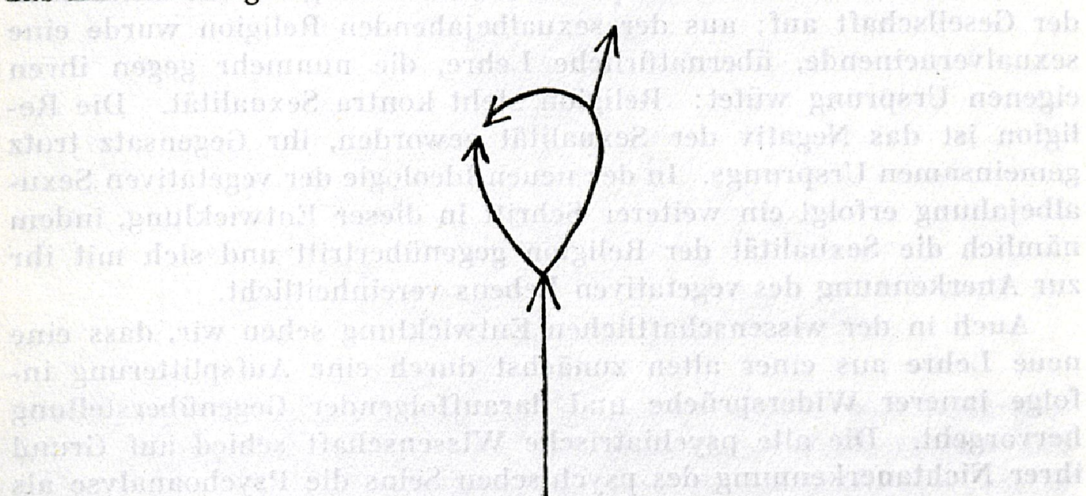
trolyt durch den Jonenstrom Arbeit, nicht jedoch das neutrale Salz.

Übertragen wir nun diese Verhältnisse auf die grundsätzlichen Vorgänge der biologischen Funktionen. Wir sehen zunächst, dass Samenzelle und Ei energetisch hochgespannte entgegengesetzte Systeme sind, die zur Vereinheitlichung, zum Ausgleich der Spannungen in der Verschmelzung von Ei und Samenzelle drängen. An die Stelle der früheren äusseren Gegensätzlichkeit der beiden tritt nach der Vereinigung eine innere: Die *Teilung* des befruchteten Eis beginnt als Ausdruck eines energetischen Aufsplitterungsprozesses. Der Systemgegensatz von Ei und Samenzelle führt unmittelbar über zur Funktion der genetischen Dissoziation der Entwicklung in geometrischer Reihe. Aus einem Ei entstehen 2, dann 4, 8, 16 Zellen.

Es ist selbstverständlich, dass alles Lebendige einen *gemeinsamen Grundrhythmus*, ein *gemeinsames Grundgesetz* aufweisen muss, die in jedem Detail des lebendigen Seins festzustellen sein müssen. Die Aufteilung des Lebensprozesses in biologische, psychische, ideologische, kulturelle etc. Gebiete ist ja, das darf man nie vergessen, ein von unseren praktischen Bedürfnissen herstammender künstlicher Eingriff. In welcher Weise entsteht nun die innere Gegensätzlichkeit eines lebendigen biologischen Systems wie etwa des befruchteten Eis, die zur genetischen Differenzierung, zur biologischen Entwicklung führt. Versuchen wir uns zunächst an einem uns aus der charakterklinischen Arbeit vertrauten Gebiete zu orientieren: Wie sich diese Verinnerlichung eines äusseren Gegensatzes vollzieht und welche Formen sie im Sinne der Entwicklung hat.

Ein Kind, das etwa im ersten oder zweiten Lebensjahre harmlos mit seinem Kot spielt, ist, sehen wir vom Komplizierenden ab, mit Bezug auf das Kotschmieren, einheitlich triebbejahend strukturiert. Dem Antrieb, mit dem Kot zu spielen, tritt nun das Reinlichkeitsgebot der Erziehung im Auftrage der Welt gegenüber. Wir haben vor uns einen Grundtypus von *Systemgegensatzbildung*. Dieser Gegensatz führt nun zu einem Konflikt zwischen dem Kind und dem Erzieher. Unter dem dauernden Einfluss der versagenden Erziehung verwandelt sich der äussere Gegensatz in einen inneren. Als erstes Ergebnis dieser Verwandlung sehen wir im Kind eine Angst vor dem Erzieher auftreten, die in Widerspruch zum Antrieb, mit Kot zu spielen, tritt. Diese Angst ist bereits der erste Ansatz zur Bildung eines inneren psychischen Konflikts. Die Struktur des Kindes weist fortschreitend eine Spaltung in zwei Teile auf. Der Triebanspruch, mit Kot zu schmieren, bleibt weiter bestehen, die Angst hält davon ab. Etwas im Kind, das wir das Ich nennen, beginnt sich gegen den Trieb zu wehren und entwickelt aus der Angst vor Strafe eine moralische Instanz. Hiess es vorher: «Ich habe Angst, mit Kot zu spielen», so heisst es nun, «Ich will nicht mit Kot spielen, denn es ist pfui». Der äussere Gegensatz wurde zu einem inneren Gegensatz. Es erfolgte eine Disso-

ziation, eine Aufsplitterung des einheitlichen Triebes. Dieser verinnerlichte Konflikt wird zur Quelle einer «Entwicklung» auf Grund genetischer Gegensätzlichkeit. Die Gegensätzlichkeit von Kot-schmieren-wollen und Sich-dagegen-wehren führt dazu, dass das Kind nunmehr mit Vorliebe zu zeichnen oder zu malen beginnt; aus dem inneren Konflikt entstand etwas Neues, das vorher nicht da war und sich aus seinen beiden gegensätzlichen Voraussetzungen zusammensetzt, es stellt eine Vereinheitlichung des Gegensatzes dar. Denn wenn das Kind nunmehr malt oder zeichnet, dann vereinheitlicht es alle vorhandenen Ansprüche sowohl die des Triebes, als auch der inneren moralischen Anforderung; denn Zeichnen ist «rein» im Gegensatz zum Kotschmieren. Malen bzw. Zeichnen sind kulturell und sozial wichtige und anerkannte Leistungen. Wir sehen also, wie im Sublimierungsprodukt «malen» sich sowohl der alte Systemgegensatz wie der ursprünglich innere Konfliktgegensatz zwischen Trieb und Moral zu einem Neuen vereinheitlicht hat. Das folgende Schema möchte diesen Prozess veranschaulichen. Überspringen wir jetzt die interessante Frage, wie sich eine derartige Vereinheitlichung weiter aufsplittert. Festzuhalten ist, dass der Prozess der Dissoziation und der Gegenüberstellung wie er im Schema festgehalten ist, und zwar nicht als statischer sondern als ein *dynamischer* Vorgang, *alles Sein beherrscht*, das Entwicklung aufweist.



Jede Entwicklung enthält in sich folgende Funktionen zu *einer* gemeinsamen vereinheitlicht:

a) den Systemgegensatz (alles Seienden)
b) die dissoziative Gegensätzlichkeit bzw. die Aufsplitterung (durch Verinnerlichung des Systemgegensatzes)
c) die Gegenüberstellung der aufgesplitterten Kräfte
d) Wiedervereinheitlichung dieser Aufsplitterung mit darauffolgender fortschreitender Aufsplitterung in geometrischer Reihe (nur im Organischen).

Überprüfen wir das soeben Gesagte in einigen grundsätzlichen Gebieten. Das organische Leben geht aus dem anorganischen hervor. Es enthält in sich die spezifischen Funktionen des Anorganischen: Mechanik, Elektrik, Chemik; es entwickelt aber im Prozess des Werdens eigene Gesetzmässigkeiten und steht auf Grund dieser letzten dem Anorganischen als ein besonderes Gebiet gegenüber. So etwa die Pflanze der Flüssigkeit des Mutterbodens; das Org-Tierchen dem Bion der gleichen Pflanze, indem es dieses Bion aufsaugt, frisst; etwa der Mensch, der ein Stück der Natur ist, der Natur selbst.

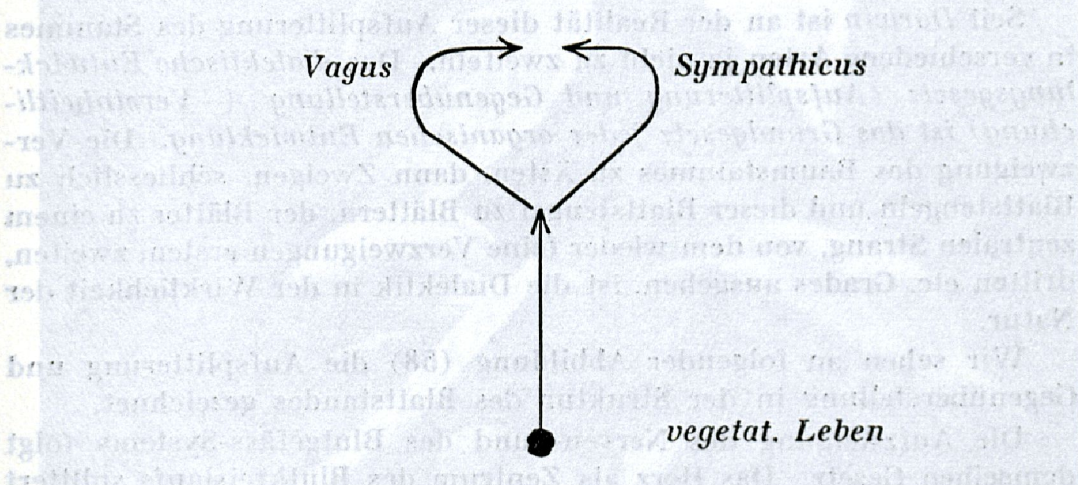
Das entstandene organische Leben splittert nun weiter auf, nachdem es sich dem Anorganischen gegenübergestellt hat, (vornehmlich im Akt des Fressen) indem sich aus dem vegetativen Leben das Bewusstsein abspaltet. Doch vegetatives Leben und Bewusstseinsleben, aus *einer* Wurzel hervorgegangen, treten einander ebenfalls gegenüber (wie früher das vegetative Leben dem Anorganischen) in Gestalt der *Selbstwahrnehmung.* Das Leben nimmt sich selbst wahr, indem die Bewusstseinsfunktion seinen eigenen Ursprung zum Objekt macht. Auf dem Gebiet der Soziologie zeigt sich der Prozess der Dissoziation und Gegenüberstellung etwa in Religion und Sexualität. Sie waren ursprünglich identisch, denn die Naturreligion war nichts anderes als kollektives orgastisches Erlebnis. Mit dem Einbruch der Privatwirtschaft und der Sexualmoral splitterte sich das orgastische Erleben in der Gesellschaft auf; aus der sexualbejahenden Religion wurde eine sexualverneinende, übernatürliche Lehre, die nunmehr gegen ihren eigenen Ursprung wütet: Religion steht kontra Sexualität. Die Religion ist das Negativ der Sexualität geworden, ihr Gegensatz trotz gemeinsamen Ursprungs. In der neuen Ideologie der vegetativen Sexualbejahung erfolgt ein weiterer Schritt in dieser Entwicklung, indem nämlich die Sexualität der Religion gegenübertritt und sich mit ihr zur Anerkennung des vegetativen Lebens vereinheitlicht.

Auch in der wissenschaftlichen Entwicklung sehen wir, dass eine neue Lehre aus einer alten zunächst durch eine Aufsplitterung infolge innerer Widersprüche und darauffolgender Gegenüberstellung hervorgeht. Die alte psychiatrische Wissenschaft schied auf Grund ihrer Nichtanerkennung des psychischen Seins die Psychoanalyse als Zweig ab. Die Psychoanalyse trat als Lehre der alten Psychiatrie gegenüber. Die analytische Psychologie enthielt nun in sich einen Widerspruch zwischen der klinischen Verdrängungslehre und der Kulturtheorie. Daraus ergab sich — zunächst als Lösungsversuch innerhalb des psychoanalytischen Denksystems — die Theorie der *Einheit von Trieb und Kultur* in Gestalt der naturwissenschaftlichen *Orgasmustheorie.* Es entstand nunmehr ein innerer Widerspruch (Orgasmuslehre und psa. Kulturtheorie), der zu einer Aufsplitterung der einheitlichen Psychoanalyse in Todestrieblehre einerseits und sexualökonomische Orgasmuslehre andererseits führte. Im weiteren Ver-

lauf der Entwicklung trat die Sexualökonomie der Psychoanalyse als *Gegensatz* gegenüber und stellte gleichzeitig ein neues Gebilde dar, das manchen Widerspruch des früheren löste, etwa den zwischen Sexualität und Arbeit, Trieb und Moral, Natur und Kultur etc.

Kehren wir nun nach dieser Abschweifung zu einem diesem Thema näherliegenden Gegenstand zurück. Eines der schlagendsten Beispiele ist der Gegensatz von Sexualität und Angst bzw. Vagus und Sympathicus. Sie sind im Ursprung identisch, eine Einheit, gehören dem gleichen vegetativen System als Funktion an, doch die *einheitliche* vegetative Funktion splittert in zwei *gegensätzliche Strömungsrichtungen* und -funktionen auf, die nun einander gegenübertreten: *Die Angst wird das Negativ der Sexualerregung, sie entspricht einer der Sexualität entgegengesetzten Richtung elektrischer Energiefunktion und Strömung.* Vagus und Sympathicus werden entgegensetzt. Das folgende Schema veranschaulicht das Gesagte.

Schema der gegensätzlichen Einheit von Vagus (Lust) und Sympathicus (Angst)



Wir reflektieren nicht dialektisch über die Natur. Der Naturprozess ist in sich dialektisch. Die Aufsplitterung des Einheitlichen und die Gegenüberstellung der Gegensätze sind, weit davon entfernt, blosse Denkakte zu sein, im Prozess der Wirklichkeit zu sehen, zu messen, zu photografieren. Jedes Lebewesen ist durch seine vegetative Apparatur ein Stück der gesamten lebenden Natur, das Ergebnis der allgemeinen Aufsplitterung des *einen* vegetativen Lebens in Milliarden Arten von Leben. Und jedes Lebewesen tritt gleichzeitig sowohl der gesamten übrigen vegetativen Welt als auch jedem einzelnen vegetativen Individuum gegenüber. Sei es im Fressakt, sei es im Sexualakt, sei es schliesslich als passives Fressobjekt. Das folgende Schema veranschaulicht den Vorgang der vegetativen Aufsplitterung und Gegenüberstellung.

Schema der vegetativen Aufsplitterung und Gegenüberstellung im organischen Leben

vegetat. Leben

Seit *Darwin* ist an der Realität dieser Aufsplitterung des Stammes in verschiedene Arten ja nicht zu zweifeln. Das *dialektische Entwicklungsgesetz (Aufsplitterung und Gegenüberstellung + Vereinheitlichung) ist das Grundgesetz jeder organischen Entwicklung.* Die Verzweigung des Baumstammes zu Ästen, dann Zweigen, schliesslich zu Blattstengeln und dieser Blattstengel zu Blättern, der Blätter zu einem zentralen Strang, von dem wieder feine Verzweigungen ersten, zweiten, dritten etc. Grades ausgehen, ist die Dialektik in der Wirklichkeit der Natur.

Wir sehen an folgender Abbildung (58) die Aufsplitterung und Gegenüberstellung in der Struktur des Blattstandes gezeichnet.

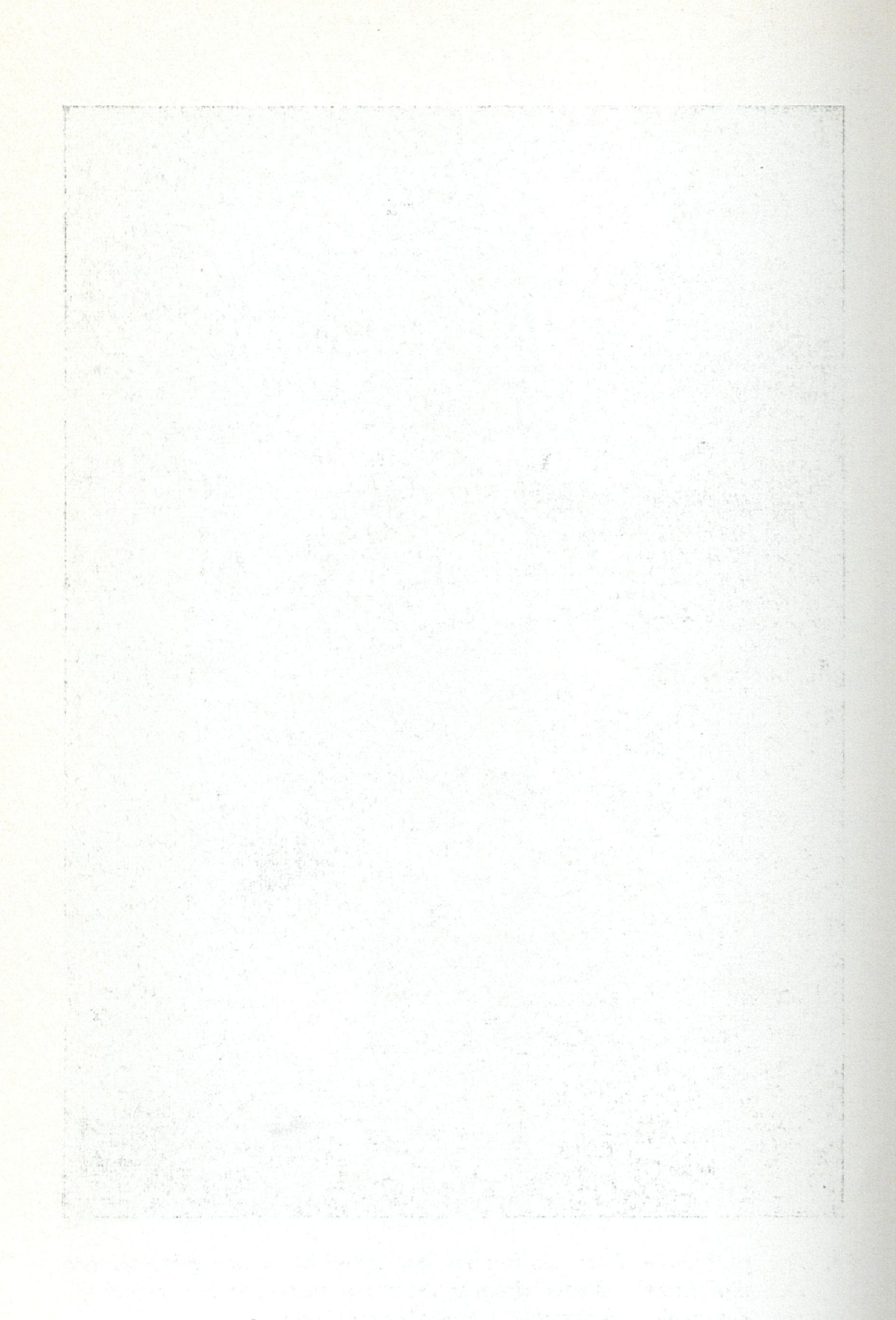
Die Aufzweigung des Nerven- und des Blutgefäss-Systems folgt demselben Gesetz. Das Herz als Zentrum des Blutkreislaufs splittert sich in Arterien und Venen auf; diese wieder verzweigen sich fortgesetzt in unendlich viele Unterabteilungen, bis schliesslich sich die feinsten Kapillaren der Arterien und Venen, die ja gegensätzliches Blut führen, wieder vereinigen, also gegenüberstellen und vereinheitlichen. Dieser Grundgedanke lässt sich heute auf das Nervensystem noch nicht völlig klar durchführen, weil die Funktionsbeziehung zwischen Nervenende und Muskelfaser nicht restlos enthüllt ist. Wenn *Krauss* Recht hat, dass das Nervensystem ein Synzytium darstellt; wenn der Muskel und der Nerv eine Funktionseinheit darstellen, dann liesse sich die Anwendung des dialektischen Entwicklungsgesetzes auch auf das Nervensystem leichter durchführen. Mancher Streit, wie z. B. der, ob der Reizleitungsapparat des Herzens nervöser oder muskulärer Natur ist, würde sich dadurch lösen.

Tafel XXVII

Der dialektische Materialismus in der Wirklichkeit

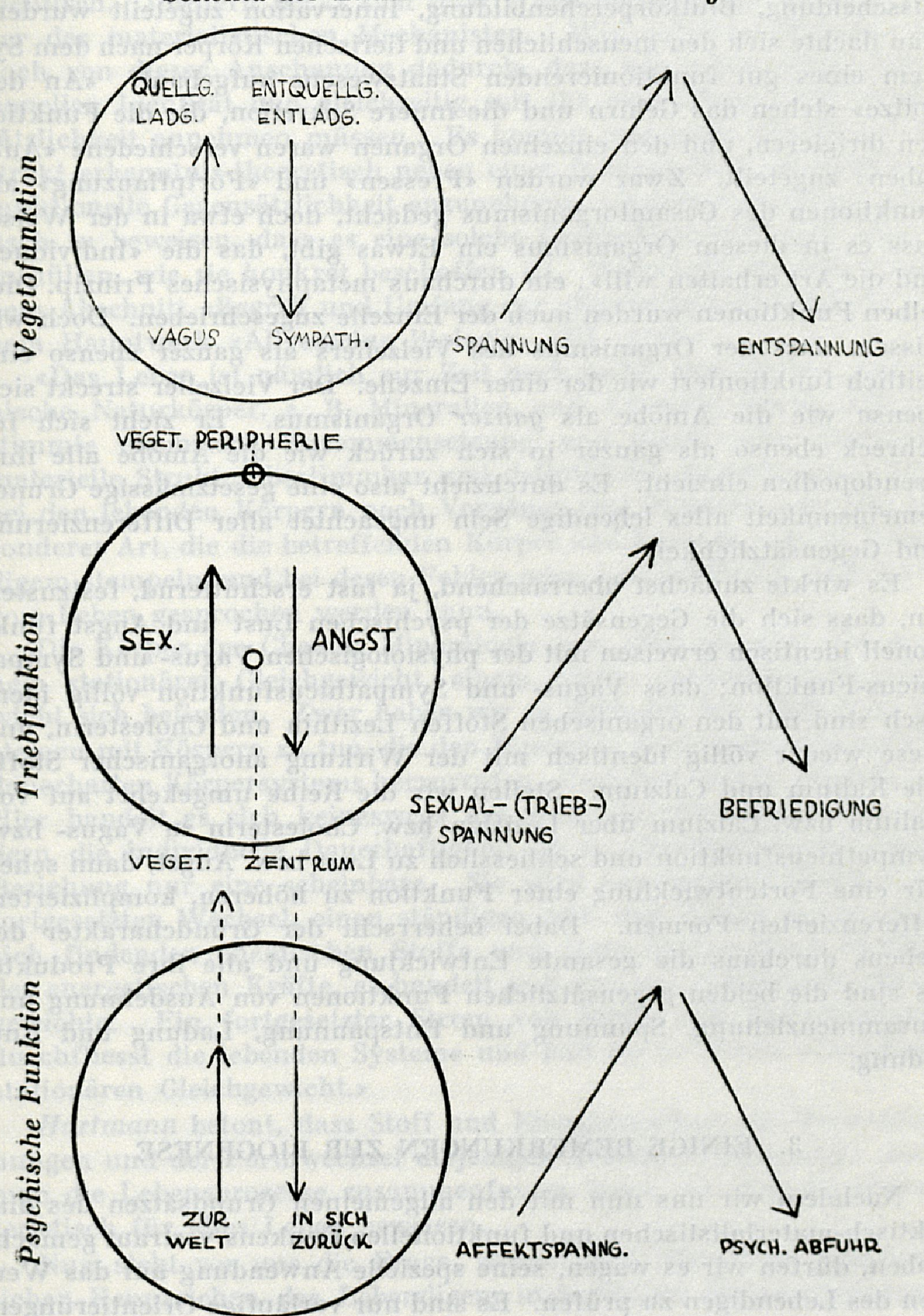


58. Die genetische Dissoziation in der Struktur einer Blattpflanze. Der dialektische Materialismus ist nicht nur eine Denkmethode, sondern reale Wiedergabe des Naturprozesses



Das Wesentliche für das Verständnis der dialektischen Funktion des Lebens ist, dass diese Aufsplitterung des Einheitlichen nicht an der Einheitlichkeit des Ganzen rührt, denn etwa das vegetative Nervensystem, so aufgesplittert und gegensätzlich es auch ist, funktioniert doch als *einheitliches unteilbares Ganzes.*

Schema der Einheitlichkeit des Lebendigen



Versuchen wir nun, diesen Grundsatz näher an das eigentliche Gebiet der vorliegenden Abhandlung heranzutragen. Es geht um die Frage, wie sich die Vielzellerfunktion zur Einzellerfunktion verhält. Man dachte sich den Vielzeller — also etwa den menschlichen Körper — aufgebaut aus Einzelzellen, wobei bestimmten Gruppen von Einzelzellen bestimmte Einzelfunktionen, wie etwa Gallenabscheidung, Harnausscheidung, Blutkörperchenbildung, Innervation zugeteilt wurden. Man dachte sich den menschlichen und tierischen Körper nach dem System eines gut funktionierenden Staatswesens aufgebaut. «An der Spitze» stehen das Gehirn und die innere Sekretion, die die Funktionen dirigieren, und den einzelnen Organen waren verschiedene «Aufgaben» zugeteilt. Zwar wurden «Fressen» und «Fortpflanzung» als Funktionen des Gesamtorganismus gedacht, doch etwa in der Weise, dass es in diesem Organismus ein Etwas gibt, das die «Individuen und die Art erhalten will»: ein durchaus metaphysisches Prinzip. Dieselben Funktionen wurden auch der Einzelle zugeschrieben. Doch wir wissen, dass der Organismus des Vielzellers als ganzer ebenso einheitlich funktioniert wie der einer Einzelle. Der Vielzeller streckt sich ebenso wie die Amöbe als *ganzer* Organismus. Er zieht sich im Schreck ebenso als ganzer in sich zurück wie die Amöbe alle ihre Pseudopodien einzieht. Es durchzieht also eine gesetzmässige Grundgemeinsamkeit alles lebendige Sein ungeachtet aller Differenzierung und Gegensätzlichkeit.

Es wirkte zunächst überraschend, ja fast erschütternd, festzustellen, dass sich die Gegensätze der psychischen Lust und Angst funktionell identisch erweisen mit der physiologischen Vagus- und Sympathicus-Funktion; dass Vagus- und Sympathicusfunktion völlig identisch sind mit den organischen Stoffen Lezithin und Cholesterin, und diese wieder völlig identisch mit der Wirkung anorganischer Stoffe wie Kalium und Calzium. Stellen wir die Reihe umgekehrt auf von Kalium bzw. Calzium über Lezithin bzw. Cholesterin zu Vagus- bzw. Sympathicusfunktion und schliesslich zu Lust bzw. Angst, dann sehen wir eine Fortentwicklung einer Funktion zu höheren, komplizierten, differenzierten Formen. Dabei beherrscht der Grundcharakter des Lebens durchaus die gesamte Entwicklung und alle ihre Produkte. Es sind die beiden gegensätzlichen Funktionen von Ausdehnung und Zusammenziehung, Spannung und Entspannung, Ladung und Entladung.

3. EINIGE BEMERKUNGEN ZUR BIOGENESE

Nachdem wir uns nun mit den allgemeinen Grundsätzen des dialektisch-materialistischen und funktionellen Denkens vertraut gemacht haben, dürfen wir es wagen, seine spezielle Anwendung auf das Werden des Lebendigen zu prüfen. Es sind nur vorläufige Orientierungen.

Das Anorganische und das Organische sind nicht zwei voneinander streng abgetrennte, miteinander in keiner Verbindung, durch keinen Übergang verknüpfte Gebiete. Da das organische Leben prinzipiell die gleichen physikalischen und chemischen Prozesse aufweist wie das anorganische, vor allem Mechanik und Elektrik, sind Anorganisches und Organisches in grundsätzlichen Zügen funktionell identisch. Insofern deckt sich unsere methodische Anschauung mit der des materialistischen Mechanisten. Wir unterscheiden uns jedoch von dieser Anschauung dadurch, dass wir neben dieser funktionellen Identität und gleichzeitig mit ihr eine funktionelle Gegensätzlichkeit annehmen müssen. Es kommt nun nicht darauf an, abstrakt erkenntnis-theoretisch neben einer funktionellen Identität eine funktionelle Gegensätzlichkeit anzunehmen, sondern tatsächlich praktisch zu beweisen, dass es eine solche Gegensätzlichkeit gibt und zu enthüllen, wie sie konkret beschaffen ist. *Hartmann* schreibt in seinem Abschnitt «Begriff und Umfang der allgemeinen Biologie» in seinem Hauptwerk «Allgemeine Biologie» (III. Aufl.):

«Das Leben ist nämlich zur Zeit noch nicht, wie gewisse anorganische Naturkörper, z. B. Mineralien und Kristalle, durch eine bestimmte chemische Zusammensetzung und durch eine bestimmte materielle Struktur bestimmbar und definierbar, sondern dazu treten bei den lebenden Körpern noch Vorgänge und Prozesse von ganz besonderer Art, die die betreffenden Körper und Systeme erst zu Lebendigem stempeln, und bei deren Fehlen oder Aufhören auch nicht mehr vom Leben gesprochen werden kann.

Die Körper der Chemie, Mineralogie usw. sind Systeme, die in einem stationären Gleichgewicht, einem echten chemischen Gleichgewicht sich befinden. Zwar haben wir es auch bei den lebendigen Systemen mit Körpern zu tun, die den Eindruck eines mehr oder minder dauerhaften Körpersystems hervorrufen. Und doch welch Unterschied! Hier handelt es sich keineswegs um stationäre Gleichgewichte, sondern die individuelle Dauerhaftigkeit ist in physikalisch-chemischer Beziehung nur eine scheinbare. Sie wird nur erreicht durch einen fortgesetzten Wechsel, einen ständigen Auf- und Abbau der in ihnen sich findenden chemischen Stoffe und einen fortgesetzten Wechsel der energetischen Kräfte, es handelt sich nur um *dynamische* Gleichgewichte. Ein fortgesetzter Strom von Stoff- und Energiewechsel durchfliesst die lebenden Systeme und hält sie in einem scheinbaren stationären Gleichgewicht.»

Hartmann betont, dass Stoff und Energiewechsel, die Reizerscheinungen und der Formwechsel diejenigen Anzeichen sind, unter denen man die Lebensprozesse zusammenfassen kann, die sich als charakteristisch für alles Leben erweisen.

Nun steht vor uns die Frage, worauf sich eben diese grundsätzlichen Kennzeichen des Lebendigen, insbesondere Reizerscheinungen

und Formwechsel zurückführen lassen; denn nimmt man sie sozusagen als erklärendes Prinzip von vornherein an, so bleibt dann noch immer die Frage nach ihrem Wesen und ihrer Mechanik gegenüber dem anorganischen Geschehen.

Wir begreifen also die funktionelle Identität von Anorganischem und Organischem in Mechanik und Elektrik. Unsere bisherigen experimentellen Ergebnisse zeigen:

1.) Die das Anorganische beherrschenden Grundfaktoren der Mechanik und Elektrik treten im Lebendigen zu einem besonderen eben das Lebendige bestimmenden Funktionswechsel zusammen. Es gibt keinen anorganischen Vorgang, in dem mechanische Füllung (Quellung) in elektrische Ladung, weiter in elektrische Entladung und mechanische Entspannung auslaufen würde. Die genannte *Reihenfolge* der Funktionen von Mechanik und Elektrik sind das Spezifische am Lebendigen, das es vom *Anorganischen unterscheidet.*

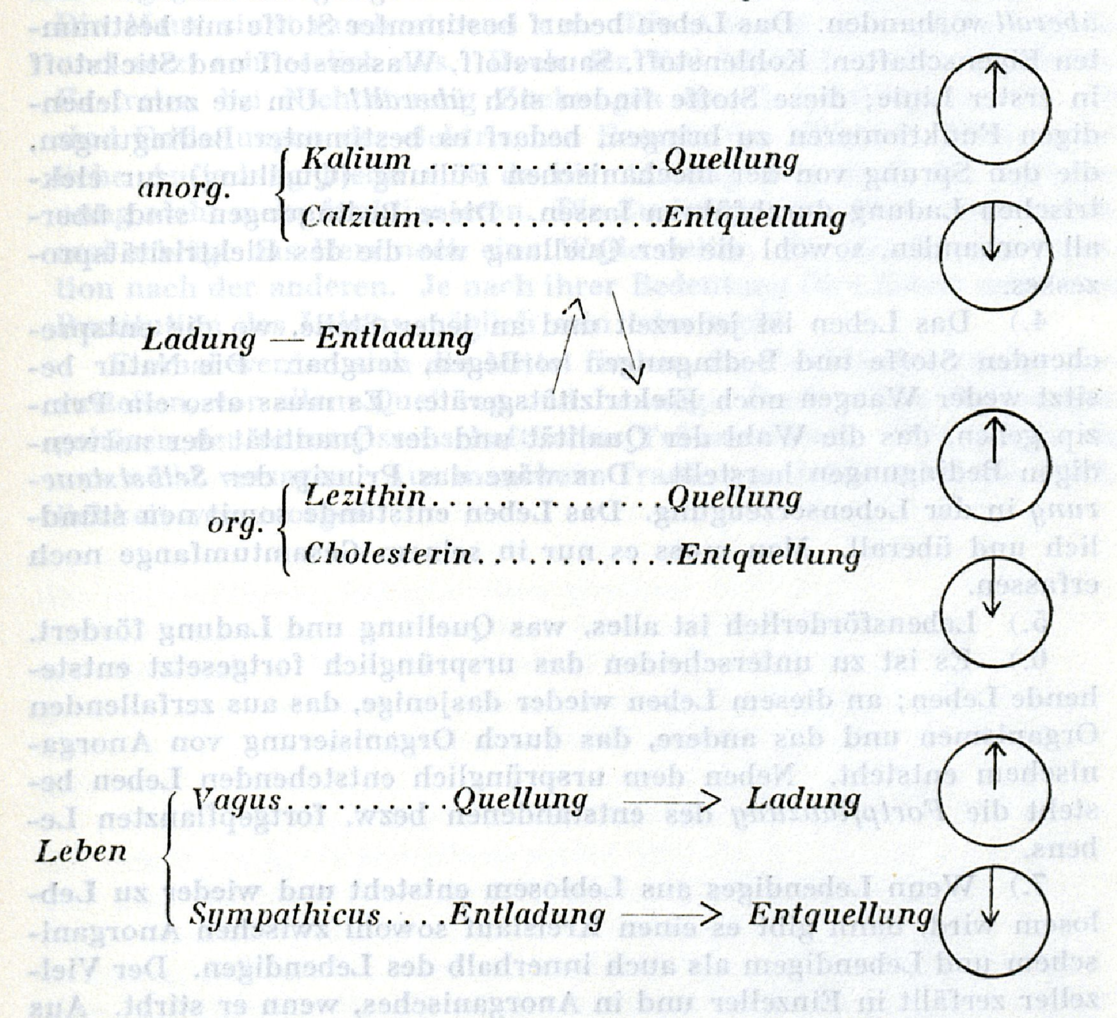
2.) Der Spannungs-Ladungs-Entladungs-Entspannungs-Vorgang unterscheidet nicht nur das Lebendige vom Leblosen, sondern er muss, wenn der vorige Satz stimmt, grundsätzlich alles lebendige Funktionieren regieren. Es muss sich also nachweisen lassen, dass sämtliche vegetativen Funktionen dem genannten Rhythmus von mechanischer Spannung, Ladung, Entladung, Entspannung folgen. Diese Formel, die wir nun *Lebensformel* nennen dürfen, wurde an der Funktion des Orgasmus gefunden. Man hätte die Formel ebenso gut, doch nicht ebenso leicht, auch an der automatischen Bewegung des Darms, des Herzens, an der Zellteilung etc. feststellen können.

3.) Die Lebensformel (bzw. Orgasmusformel) beherrscht jede vegetative Funktion. Nicht nur im ganzen biologischen Organismus, sondern auch in jedem seiner Teile; die Zelle, die im Verband des Zellorganismus lebt, unterliegt dem Lebensgesetz, das wir in der Spannungs-Ladungs-Formel zusammenfassen, sowohl in ihrem eigenen Bereiche als auch als Teil des Gesamtorganismus. Die Spannungs-Ladungs-Funktion muss sich also ebenso an der einheitlichen Gesamtfunktion irgendeines beliebigen lebendigen Organismus nachweisen lassen, wie in der Detailfunktion der einzelnen Zellen. Voraussetzung dafür bleibt, dass man nicht die mechanischen Vorgänge für sich, die chemo-elektrischen wieder für sich untersucht und betrachtet, sondern ständig in ihrem Zusammenhange mit dem Lebensrhythmus.

Das Gesamtleben als grundsätzlich einheitliche Funktion geht aus dem Anorganischen hervor. Doch innerhalb des Lebendigen entwickelt sich aus dem vegetativen, unbewussten Funktionieren das willkürliche Handeln. Ebenso das *derzeit* höchste Entwicklungsprodukt, das *Bewusstsein* mit allen seinen Funktionen. Wir sind natürlich weit davon entfernt, die Unterschiede innerhalb des vegetativen Lebens auch nur im Ansatz zu begreifen. Wir überblicken bereits ein

Stück der grundsätzlichen Gemeinsamkeit, wir kennen noch nicht alle diejenigen Umstände und Bedingungen, die innerhalb des lebendigen Geschehens eine neue Funktion aus einer alten hervorgehen lassen.

Schema der Einheitlichkeit des Lebendigen und Leblosen



Soweit das Grundsätzliche. — Auf Grund der zuletzt genannten Anschauungen ergeben sich folgende Annahmen.

1.) Des Leben kann nicht durch «Urzeugung» in dem Sinne geworden sein, dass irgendeinmal an einer einzigen Stelle des Weltalls irgendwie Leben entstand und sich dann unausgesetzt fortpflanzte. Die Theorie von der kosmischen Zeugung, also vom Herabwandern lebender Substanzen aus dem Weltall auf die Erde ist unbewiesen und auch unwahrscheinlich, denn sie ist zu kompliziert. Man müsste zumindest wahrscheinlich machen, dass die Bedingungen einer derartigen Übertragung von Leben aus dem Weltall vorhanden sind. Eiweissflocken oder Sporen aus dem Weltall müssen alle Hindernisse

und Gefahren dieser sehr gefährlichen Reise überstanden haben und gleichzeitig *an allen Orten der Erde* gelandet sein.

2.) Die unmittelbare Anschauung der lebendigen Vorgänge insbesondere der Vegetation drängt uns die Annahme auf, dass das Leben unter völlig *einfachen* und *natürlichen* Seinsbedingungen aus anorganischer Materie entstanden ist.

3.) Diese natürlichen und einfachen Bedingungen sind *heute* und *überall* vorhanden. Das Leben bedarf bestimmter Stoffe mit bestimmten Eigenschaften, Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff in erster Linie; diese Stoffe finden sich *überall!* Um sie zum lebendigen Funktionieren zu bringen, bedarf es bestimmter Bedingungen, die den Sprung von der mechanischen Füllung (Quellung) zur elektrischen Ladung durchführen lassen. Diese Bedingungen sind überall vorhanden, sowohl die der Quellung wie die des Elektrizitätsprozesses.

4.) Das Leben ist jederzeit und an jeder Stelle, wo die entsprechenden Stoffe und Bedingungen vorliegen, zeugbar. Die Natur besitzt weder Waagen noch Elektrizitätsgeräte. Es muss also ein Prinzip geben, das die Wahl der Qualität und der Quantität der notwendigen Bedingungen herstellt. Das wäre das Prinzip der *Selbststeuerung* in der Lebenserzeugung. Das Leben entstünde somit neu stündlich und überall. Man muss es nur in seinem Gesamtumfange noch erfassen.

5.) Lebensförderlich ist alles, was Quellung und Ladung fördert.

6.) Es ist zu unterscheiden das ursprünglich fortgesetzt entstehende Leben; an diesem Leben wieder dasjenige, das aus zerfallenden Organismen und das andere, das durch Organisierung von Anorganischem entsteht. Neben dem ursprünglich entstehenden Leben besteht die *Fortpflanzung* des entstandenen bezw. fortgepflanzten Lebens.

7.) Wenn Lebendiges aus Leblosem entsteht und wieder zu Leblosem wird, dann gibt es einen Kreislauf sowohl zwischen Anorganischem und Lebendigem als auch innerhalb des Lebendigen. Der Vielzeller zerfällt in Einzeller und in Anorganisches, wenn er stirbt. Aus beiden Quellen setzt sich der Einzeller wieder zusammen.

8.) Der Tod wäre prinzipiell zu begreifen als ein Aussetzen der Funktion an einer der drei Hauptstellen der Lebensrhythmik:

a) Entquellung bezw. Wegfall der Quellungssubstanz, also hauptsächlich des Wassers, macht bereits den ersten Akt des biologischen Funktionierens, die mechanische Spannung, unmöglich (Verdursten).

b) Es gibt eine Störung am Übergang von der Quellung zur Ladung. Sie schaltet die Automatik der Lebensfunktion aus. (Tod durch Herzschlag)

c) Es könnte eine Störung geben am Übergang von der Entladung zur Entquellung.
d) Schliesslich kann der Übergang von der Entquellung zu neuerlicher Quellung gestört sein.

Die Beobachtung des Sterbens mit Äther betäubter Versuchsmäuse ergibt Phasen im Sterben. Zuerst versucht sich der Organismus gegen das Gift durch erhöhte motorische Tätigkeit zu wehren. Die Maus sinkt rasch atmend um. Die Atmung wird unregelmässig und setzt schliesslich aus. Doch der Tod ist noch nicht eingetreten. Es treten bei Nichtatmung Zuckungen des Gesamtkörpers auf. Es sind Entladungen der elektrischen Energie des Körpers. Eine neuerliche Aufladung bleibt aus, da die Atmung oder auch die Verbrennung nicht mehr funktionieren. Die Zuckungen verebben, und manchmal schlägt das Herz noch eine Weile weiter. So erlischt eine Funktion nach der anderen. Je nach ihrer Bedeutung fürs Leben muss eine Restitution des Lebens möglich sein oder nicht.

Einmal werden sich die Mittel finden, die Funktionen wieder herzustellen, vor allem Quellung und Ladung. Doch solche Hoffnungen gehören der naturwissenschaftlichen Träumerei an. Wir wollen sie uns nicht versagen. Aus manchem Traum von heute wird die Wirklichkeit von morgen!

c) Es könnte eine Störung geben am Übergang von der Entladung zur Entquellung.

d) Schliesslich kann der Übergang von der Entquellung zu neuerlicher Quellung gestört sein.

Die Beobachtung des Sterbens mit Äther betäubter Versuchsmäuse ergibt Phasen im Sterben. Zuerst versucht sich der Organismus gegen das Gift durch erhöhte motorische Tätigkeit zu wehren. Die Maus sinkt rasch atmend um. Die Atmung wird unregelmässig und setzt schliesslich aus. Doch der Tod ist noch nicht eingetreten. Es treten bei Nichtatmung Zuckungen des Gesamtkörpers auf. Es sind Entladungen der elektrischen Energie des Körpers. Eine neuerliche Aufladung bleibt aus, da die Atmung oder auch die Verbrennung nicht mehr funktionieren. Die Zuckungen verebben, und manchmal schlägt das Herz noch eine Weile weiter. So erlischt eine Funktion nach der anderen. Je nach ihrer Bedeutung fürs Leben muss eine Restitution des Lebens möglich sein oder nicht.

Einmal werden sich die Mittel finden, die Funktionen wieder herzustellen, vor allem Quellung und Ladung. Doch solche Hoffnungen gehören der naturwissenschaftlichen Träumerei an. Wir wollen sie uns nicht versagen. Aus mancher Traum von heute wird die Wirklichkeit von morgen.

LEBEN UND MATERIE

von

Roger du Teil
Professor an der Universität Nizza

In den folgenden Darlegungen sind zwei Teile zu unterscheiden. Nur der zweite fällt in das eigentliche Interessengebiet der Académie des Sciences Morales. Doch ist der erste nichtsdestoweniger zur Vorbereitung auf den zweiten notwendig. Es handelt sich nämlich um die philosophische Interpretation gewisser biologischer Versuche aus jüngster Zeit, die zum Teil sogar jetzt noch im Gange sind. Ich bin also genötigt, in Kürze den Verlauf und die Ergebnisse dieser biologischen Arbeiten darzulegen, um dann daraus die Schlussfolgerungen ableiten zu können, die der eigentliche Gegenstand dieser Ausführungen sind.

Herr Dr. *Wilhelm Reich* in Oslo, ein früherer Mitarbeiter *Freuds*, der schon durch die bemerkenswerten Ergebnisse seiner Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Elektrizität und vegetativem Leben bekannt geworden ist, hatte seit einiger Zeit Versuche unternommen, aus absolut sterilen chemischen Stoffen einzellige Organismen aufzubauen, die alle Kennzeichen des Lebens darboten. Nach seiner Meinung waren sie «belebt» durch die elektrischen Ladungen, die im kolloiden Zustand der Materie frei werden. Im Januar dieses Jahres teilte er mir die positiven Ergebnisse dieser Forschungen mit: es war ihm gelungen, Organismen, die alle charakteristischen Erscheinungen des Lebens zeigten — Beweglichkeit, Wechsel von Kontraktion und Expansion, Wachstum und sogar Teilung — mehrere Generationen hindurch zu züchten. Er lud mich ein, diese Ergebnisse, die übrigens zum grössten Teil gefilmt worden waren, selbst zu überprüfen. Zu diesem Zweck führe ich nun seit mehreren Monaten in einem französischen Laboratorium Versuche durch, die denen Dr. *Reichs* parallel laufen, und tausche mit ihm sowohl meine Beobachtun-

gen als auch Proben von Kulturen dieser «Bione» — so hat er diese Mikroorganismen genannt — aus.

Hier ist nicht der Ort für eine genaue Darlegung des streng wissenschaftlichen Charakters dieser Forschungen und der Vorsichtsmassregeln, die getroffen werden, um die vollständige Sterilisierung — durch Temperaturen von 120° für flüssige, von 180° für feste Stoffe — sicherzustellen. Ihre Mischung wird erneut bei 180° sterilisiert, und dann erscheinen in ihr *sogleich* jene Organismen. Da einige Wissenschaftler, trotz der bezeichnenden Tatsache des sofortigen Auftretens, die Hypothese ausgesprochen und den Einwand vorgebracht hatten, die Bione könnten sich aus vorher in einem der benutzten Materialien enthalten gewesenen Sporen, die der Sterilisierung entgangen wären, entwickelt haben, haben Dr. *Reich* und ich selbst zunächst darauf hingewiesen, dass allein schon die Existenz von Keimen, die einer Temperatur von 180° mehr als zwei Stunden lang standhalten, beim gegenwärtigen Stand der Sterilisierungsverfahren eine eindrucksvolle Entdeckung sei. Seither hat Dr. *Reich* jedoch weitere Beweise erbracht, indem er den Bereich seiner Arbeiten ausdehnte und zeigte, dass fein pulverisierte Kohle und ebenso gewisse Kristalle der Kieselerden in einer KCl-Lösung, wenn sie bei 180° sterilisiert, sozusagen «gekocht» werden, in zahllose kugelige Bläschen zerfallen, aus denen sich, wie das Mikroskop und die Kamera, die *diesen Vorgang gefilmt* hat, zeigen, nach einigen Tagen zuerst sporenartige, dann amöboide Formen einzelliger Organismen bilden. Sie bieten ebenfalls alle Kennzeichen des Lebens dar und sind kulturfähig. Während das Kochen bei 180° alle zur Zeit bekannten lebenden Keime abtötet, bildet es im Gegensatz dazu — und das ist der Hauptpunkt der Versuche — eine notwendige Vorbedingung für das Auftreten der in Rede stehenden Keime.

Die Arbeiten Dr. *Reichs*, deren Ergebnisse schon zum Teil von mir bestätigt worden sind und gerade jetzt auf meine Bitte hin in mehreren Laboratorien in Frankreich und Belgien überprüft werden, sind den verschiedenen gelehrten Gesellschaften, die sich mit rein wissenschaftlichen Gegenständen befassen, in eingehenden Mitteilungen vorgelegt worden.

Da sich jedoch gewisse widerstrebende Meinungen als metaphysisch begründet erwiesen haben, ist es mir notwendig erschienen, hier die wissenschaftliche und gegebenenfalls philosophische Tragweite der von uns durchgeführten Arbeiten näher zu umreissen.

In seiner einfachsten Form bestand seit dem Beginn seiner Untersuchungen über die elektrische Aufladung der erogenen Zonen des menschlichen Körpers und die Spannungsänderungen, welche verschiedene Gefühle (wie Lust oder Schmerz), die die Person erlebt, dort hervorbringen, der erste Gedanke Dr. *Reichs* in einer möglichen Gleichsetzung der vegetativen Lebensvorgänge mit einem elektro-mechani-

schen Prozess, den er als «Spannung-Ladung» bezeichnet hat. Andererseits weist Dr. *Reich* es bei dem gegenwärtigen Stande dieser biologischen Forschungen von sich, durch eine Art Wunder Leben geschaffen zu haben und betont, dass nach seiner Formel *«das Leben überall aus dem Nicht-Leben hervorgeht»* und zwar spontan. Er versichert, dass er nur experimentell den Prozess aufgedeckt habe, durch den das Leben aus der Materie entsprungen ist und vielleicht noch entspringt: durch das Freiwerden intramolekularer elektrischer Kräfte in gewissen Zuständen dieser Materie, wie im kolloiden Zustand und bei gewissen hohen Temperaturen.

Dieser Interpretation gegenüber, die aus dem Leben einen besonderen Zustand der Materie machen würde, schien mir zunächst ein sozusagen entgegengesetzter Standpunkt möglich. Danach wäre alles lebendig, und was wir jetzt «Materie» nennen, wäre in Wirklichkeit ein Leben, das wir als «virtuell» bezeichnen könnten. Dies «virtuelle Leben» wäre fähig, «aktuell» zu werden, unter gewissen Bedingungen und dem Einfluss gewisser Faktoren aus dem Vermögen zur Betätigung überzugehen. Kurz, was wir bisher «Leben» genannt haben, würde nur einen engeren Kreis des wirklichen Lebens ausmachen, wir hätten mit diesem Wort nur die Form des «aktuellen» Lebens bezeichnet, will sagen dasjenige, *das an die gegenwärtigen mittleren Bedingungen unseres Planeten angepasst ist.* Da diese Anpassung im wesentlichen sich in der Ernährung ausdrückt, also in der Organisierung chemischer Stoffe flüssigen oder verflüssigten Zustandes, und da diese Stoffe ihrerseits bei hohen Temperaturen koagulieren oder sich verflüchtigen, kann das «einmal angepasste» Leben in seiner «aktuellen» Form nicht mehr den Temperaturen widerstehen, die sein Auftreten oder vielmehr seinen Übergang vom Virtuellen zum Aktuellen ermöglicht haben. Die Entdeckung der Sterilisation durch *Pasteur* hätte also während eines Jahrhunderts die Forscher gehindert, nach dem Ursprung des aktuellen Lebens oberhalb gewisser Temperaturen zu suchen, von denen man wusste, dass sie es töteten, soweit es organisiert war, und hätte so die Verwechslung von Ursprung und Entwicklung des Lebens, von aktuellem Leben und Leben überhaupt fortdauern lassen.

Doch wenn diese Interpretation auch den synthetischen Charakter jedes Monismus hat, so gibt sie bei näherer Betrachtung dem Geiste in Wahrheit doch nur eine nominelle Befriedigung; denn sie ist durchaus ebenso materialistisch wie die vorher genannte. Die Bedingungen des Übergangs vom Virtuellen zum Aktuellen sowie die Faktoren, die diesen Übergang bewirken, gehören als Wärmebewegungen oder elektrische Energie in der Tat ebenfalls dem Reiche der Materie an.

Wenn also verschiedene Wissenschaftler materialistischer Einstellung ohne die geringsten Schwierigkeiten sowohl den Wert dieser Versuche als auch diese Interpretation anerkannt haben, und wenn ich

selbst geneigt bin — wie ich abschliessend näher ausführen werde — sie als eine Grenze zu betrachten, der die menschliche Vernunft, die nach Vereinheitlichung drängt, uns als einer modernen und wissenschaftlich erprobten Interpretation eines erweiterten Spinozismus natürlicherweise zustreben lässt — so ist entsprechendes bei den Spiritualisten, deren einige uns ihre Auffassungen mitgeteilt haben, nicht der Fall und ganz besonders nicht bei den Dualisten, die die am meisten dogmatische Haltung des modernen Spiritualismus vertreten. Im Hinblick auf sie vor allem habe ich heute meine — zum mindesten vorläufige — Meinung auszusprechen gewünscht. Ich bin nämlich überzeugt, dass ihre Befürchtungen einer Definition des Lebens entspringen, über die man, so aktuell und allgemein anerkannt sie auch sein mag, heute, wie mir scheint, gerade angesichts dieser experimentellen Erfahrungen hinausgehen muss, ohne doch den Rahmen des Dualismus zu verlassen.

Halten wir uns zunächst nicht dabei auf, dass die Grenzen zwischen Leben und Nicht-Leben die Tendenz zeigen, mehr und mehr bis zur praktischen Ununterscheidbarkeit der beiden Bereiche zu verschwimmen. Die Beobachtungen *Cartauds, Dauzéres, Marys, Otto von Schroens* über die pseudo-cellulären Körperchen der kolloiden Lösungen, die *Hartings, Raineys, Dastres,* diejenigen *Raphael Dubois'* über die «Eoben», *Martin Kuckucks* über die «Baryum-Cytoden» treffen sich hier, wie auch die *Herreras* über die «Protobien», mit den so bemerkenswerten Entdeckungen über die chemischen Vira, die *Jean Rostand* kürzlich der französischen Öffentlichkeit bekanntgemacht hat. Es geht aus ihnen hervor, dass alle Versuche einer Abgrenzung einzelliger Wesen, die sich durch einfache Teilung reproduzieren, von physiko-chemischen Gebilden in elektrischem Gleichgewicht oder Ungleichgewicht immer illusorischer werden. Gerade dies bestätigen die Arbeiten Dr. *Wilhelm Reichs* bis zur Evidenz; denn es ist ihm unbestreitbar gelungen, den Prozess aufzudecken und sogar hervorzurufen, durch den das einzellige Leben aus der chemischen Materie hervorgeht, und er konnte diese Produkte, indem er sie *kultivierte,* endgültig in einen Bereich einordnen, der bisher als spezifisch vital betrachtet wurde.

Es ist unbedingt erforderlich, dass man aus diesem Zwiespalt herauskommt, wenn man sich nicht in leeren Kontroversen zwischen einer materialistischen Position, die zunächst zu triumphieren und einem Spiritualismus, der in seinen Grundlagen getroffen zu sein scheint, erschöpfen will. Dieser Spiritualismus gelangt in einer zweifellos wenig wissenschaftlichen, wenn auch erklärlichen Verteidigungsreaktion sogar dahin, die Wirklichkeit und Gültigkeit dieser Versuche zu leugnen, trotz der Stützen, die sie in den zahlreichen von uns angeführten Arbeiten finden.

Die Einstellung, die wir uns zu beziehen vorgenommen haben —

wenigstens vorläufig — ist meiner Meinung nach die einzige, die aus diesen Schwierigkeiten herauszukommen gestattet. Sie gibt die Gültigkeit der Versuche zu, also die Möglichkeit, durch elektro-chemische Verfahren den Prozess zu reproduzieren, durch den die Natur aus Nicht-Lebendigem Lebendiges zu machen scheint. Ich sage «scheint» — denn ich weigere mich gerade anzuerkennen, dass es wirklich Leben sei, was so geschaffen worden ist. Um es deutlicher zu sagen: diese Erscheinungen, die sich genau mit denen des Lebens decken, sind «Leben» im gegenwärtig angenommenen Sinn dieses Wortes. Ich behaupte jedoch, dass es dieser Sinn ist, der geändert werden muss. Und ich werde mich nicht scheuen, dementsprechend aus der neuen Auffassung vom Leben, die ich vorschlage, nicht nur die so von verschiedenen Forschern geschaffenen Organismen, sondern auch all das auszuschalten, was man heute einzelliges Leben nennt und zu den Elementarorganismen rechnet. Mit andern Worten: ich schlage vor, die Grenzen zwischen Leben und Nicht-Leben nicht zwischen unorganisierte und organisierte Substanzen, sondern an eine andere Stelle zu verlegen, die jetzt also anzugeben wäre.

Diese Auffassung ist nicht so verwegen, wie sie auf den ersten Blick erscheinen kann. Schon vor langen Jahren haben die Biologen die lebende Substanz in zwei Bestandteile gesondert, die verschiedene, ja entgegengesetzte Funktionen haben in Bezug auf einen Kardinalpunkt, nämlich die Fortdauer des Lebens. Sie unterscheiden das *Keimplasma,* das als Überträger des Lebens sein wesentliches Element auszumachen scheint, vom *Soma,* dessen Funktion offenbar nur darin besteht, den Keim zu tragen, ihn zu ernähren und ihm möglich zu machen, den Augenblick zu erwarten, da er die Dauer des Lebens erneuern kann. Es scheint also durchaus trotz ihrer notwendigen gegenseitigen Durchdringung und Verknüpfung ein Wesensunterschied zwischen Keimplasma und Soma vorzuliegen. Wir wissen zum Beispiel, dass die nur vom Soma erworbenen Eigenschaften nicht erblich übertragbar sind, im Gegensatz zu denen, die das Keimplasma erwirbt. — Die Unterscheidung zwischen Leben und Nicht-Leben, die wir nun zu treffen vorschlagen, ist keine andere als diese schon vollzogene zwischen Keimplasma und Soma. Sie ist nur eine Erweiterung, eine allgemeinere Interpretation dieser ersten Unterscheidung.

Mag nun auch in der Tat die Materie durch die im kolloiden Zustand frei werdenden elektrischen Ladungen bestimmt werden, sich zu geschlossenen physiko-chemischen Gebilden zu organisieren; mögen diese Gebilde durch Osmose gewisse chemische Substanzen, in die sie eingetaucht sind, aufnehmen und so eine Funktion entwickeln können, die dem Stoffwechsel ähnelt; mag nach Erreichen einer bestimmten Grösse ein elektrochemisches Ungleichgewicht sie veranlassen, sich zu teilen und so einen Reproduktionsprozess herbeiführen; mögen diese verschiedenen Erscheinungen nach solchen geringen Wahrscheinlich-

keiten auftreten, dass ihre Gesetze nicht von uns gekannt werden können, und mag so durch ihre Unvoraussehbarkeit, ähnlich derjenigen in der intra-atomaren Welt, der Anschein von Freiheit erweckt werden — ein Anschein, auf den auch schon die Theorie der Tropismen gestossen ist — . . . es gibt in alle dem nichts, das uns zwänge, die Eigenart dieser Gebilde als auf die Materie unzurückführbar zu betrachten und sie folglich dem Reiche des Lebens zuzurechnen. Mehr noch, wir müssen angesichts der Übereinstimmung aller Eigenschaften zugeben, dass es kein Mittel gibt, um das, was wir früher das Leben nannten und als unzurückführbar betrachteten, zu unterscheiden von dem, was wir durch materielle Prozesse künstlich hervorgerufen zu haben feststellen, und müssen also logischerweise das — künstliche oder echte, diese Unterscheidung hat hier keinen Sinn mehr — Leben, das sich bei unsern Versuchen ergibt, dem Reiche der Materie zuweisen.

Andrerseits aber wird niemals durch irgend einen dieser elektro-physiko-chemischen Prozesse erklärbar sein, dass aus der Verschmelzung zweier Zellen oder sogar, in den so häufigen Fällen der Parthenogenese, aus einer einzigen Zelle durch eine nun nicht mehr homogene sondern heterogene Teilung zunächst Reihen von Zellen hervorgehen, die sowohl in ihrer Form als auch in ihrer Funktion voneinander verschieden sind, und dass so schliesslich ein Wesen entsteht, das einem, und zwar immer dem gleichen Typus entspricht, den wir die Art nennen. Auf jeden Fall wird so nicht erklärt werden können, dass unter verschiedenartigen Milieubedingungen ein gleichförmiger Typus von so grosser Kompliziertheit entsteht. Hier versagt die Wahrscheinlichkeitsrechnung: man muss, wie *Bergson* gezeigt hat, wenn auch nicht eine Zweckgerichtetheit in dem engen Sinne eines vorgefassten Planes, den man ehemals diesem Wort gab, so doch zumindest eine *organisierende Intention des Lebens* annehmen. Und folglich, wenn wir dem Begriff «Leben» einen spezifischen und also auf «anderes» nicht zurückführbaren Sinn bewahren wollen, ja müssen — und wir müssen es — so haben wir dem Leben in dieser organisierenden Intention, die «Gedanke» ist, seinen Ort anzuweisen. Wir werden also systematisch alle Erscheinungen und alle, *selbst die organisierten* Bestandteile, welche die Substanz des Soma ausmachen, dem sogenannten Reich der «Materie» zurechnen. Bisher betrachtete man als das Lebenssubstrat im wesentlichen die chemischen Substanzen, aus denen die Zellen aufgebaut sind; seine Form, der Übergang vom Vermögen zur Tätigkeit aber war das Werk des Geistes. Künftig werden wir sagen, dass das Lebenssubstrat aus allen organisierten Zellen des Soma besteht, soweit sie sich homogen durch einfache Teilung reproduzieren. Das eigentliche Reich des Lebens werden wir der Organisation oder vielmehr *«der organisierenden Intention der somatischen Einheit, insofern das Soma in seiner Gesamtheit im Dien-*

ste des Keimplasma steht, und dem Dynamismus des Keimplasmas selbst, insofern es der Schöpfer des Soma ist, das den nächsten Keim tragen soll» vorbehalten. Und indem wir so den Namen des Lebens einem Etwas bewahren, das allein «Gedanke» ist, glauben wir schon jene Gefahr für den Spiritualismus abzuwenden, die ihm aus einer zu weitgehenden oder auf einer zu weitgehenden Definition des Lebens aufgebauten Interpretation einer Entdeckung hätte erwachsen können, welche, unter diesem Gesichtswinkel betrachtet, im Gegenteil dem Spiritualismus neue Kraft verleiht.

Doch das ist nicht alles. Indem wir die Definition des Lebens einschränken, erweitern wir gleichzeitig jene des Wortes Materie und spiritualisieren diese sozusagen, indem wir in sie innerhalb des Bereichs unserer Sinne eine radikale Kontingenz einführen. Wir werden künftig nicht mehr, wie in der ursprünglichen, engen Form des Spiritualismus, einen Geist und eine Materie vor uns haben, die auf einander nicht zurückführbar sind, von denen man nicht erklären kann, dass der erste auf die zweite wirkt, dass die Zufälligkeit aus der Notwendigkeit, die Freiheit aus der durchgängigen Bestimmtheit, das Bewusstsein aus den Erscheinungen hervorgeht, worin der Ursprung sovieler unlöslicher Probleme lag. Wir werden eine Materie haben, die soviel gemeinsame Eigenschaften mit dem Geiste aufweist, dass eine Wechselwirkung nicht mehr unerklärlich ist.

Die Ergebnisse einer solchen Interpretation sind übrigens nicht auf das Gebiet der Biologie beschränkt. Wir können sie nun auch in der Psychologie verwerten: rechnen wir der Materie das gesamte Substrat des psychischen Lebens zu, also das organische und selbst das affektive Leben, behalten aber dem eigentlichen Leben die Ideenbildung, die komplexen Formen der Intelligenz, den Willen und das Bewusstsein, die ganze eigentlich geistige Aktivität vor! Gewiss, es ist uns bekannt, dass beim Menschen die niedersten, undifferenziertesten Manifestationen des vegetativen und affektiven Lebens vom Geiste geprägt sind, ebenso wie die höchsten Formen der Geistigkeit körperliche Wurzeln haben. Aber auch hier noch kann die von uns vorgeschlagene Unterscheidung fruchtbar sein. Sie wird uns in den Stand setzen, nicht mehr auf eine Erklärung von Erscheinungen eines durchaus materiellen Automatismus, bei dem ein Vorgang unmittelbar die wahrscheinlichste Reaktion nach sich zieht, aus dem Geist und dem bewussten Willen erpicht zu sein. Wir werden dem Materialismus in vielen Punkten die Gültigkeit seiner Betrachtungen einräumen können. Das hatte *Bergson* sehr wohl gesehen, der die Grenze der Freiheit nicht zwischen Lebendem und Nicht-Lebendem (im gegenwärtigen Sinne), sondern zwischen Automatismus der Oberfläche und unvoraussehbarer Wahl des tiefen Ich zog — also zwischen Soma und Keimplasma, wenn es wahr ist, dass das Keimplasma, kraft der Tatsache, dass es übertragen ist, unser wirklichstes Wesen ausmacht. Und entspricht

nicht die Unterscheidung der beiden Gedächtnisse, die *Bergson* macht demselben Bestreben nach einer Abgrenzung der beiden Naturen, die sich in das menschliche Wesen teilen, das aus ihnen besteht? Wir werden also das motorische Gedächtnis, samt der Gewohnheit, der Materie zusprechen und so werden wir ohne Schwierigkeiten verstehen können, wie das spirituelle Gedächtnis, das gleichwohl das erstere immer begleitet, durchaus im Sinne dieses Wortes den menschlichen Körper transzendiert.

Man wird uns einwenden, das sei eine Frage der Terminologie. Zweifellos — denn wir bemühen uns ja zu zeigen, dass diese Unterscheidung praktisch schon vollzogen ist: wir wollen nur, dass man sie nun auch anerkenne. Durch die Bezeichnungsweise kann man oft dunkle Fragen klären und die Aufstellung eines Gesetzes anbahnen. Dass man seinerzeit eine Gesamtheit von bisher unverbundenen Erscheinungen unter dem Namen Elektrizität zusammenfasste, hat ihre Beherrschung ermöglicht.

Von der Psychologie gelangen wir so ganz folgerichtig zur Metaphysik, die ja so oft sich als jener nah benachbart erweist. Schon *William James* hatte ja bei seinem Vorschlage, sozusagen die genetische Ordnung der affektiven Erscheinungen umzukehren, indem man die Emotionen nur als die Empfindung der peripheren Bewegungen unseres Körpers auffasste, durchaus gesehen, dass eine solche Auffassung nichts Materialistisches an sich hätte, sondern im Gegenteil den Spiritualismus rettete, indem sie das Wesentliche der Emotion allein in ihren Sinn legte. Die analoge Verschiebung, die wir heute anregen, verallgemeinert nur die *James'*. Mag man wie er von einem Pluralismus ausgehen, mag man von neuem zu der Unterscheidung gelangen, die das Christentum ehemals so scharfsinnig zwischen Leib und Seele getroffen hat, oder mag man wie eine moderne Psychologie zu einem immanentistischen Monismus kommen — die höchste Spiritualität wird immer unangetastet bleiben. Es scheint übrigens, dass diese letzte Gruppe von Versuchen die Wage gerade im Sinne einer Immanenzlehre zu neigen geeignet sein sollte, und es wäre an unsern höchsten spirituellen Gesichtspunkten nichts zu ändern, wenn festgestellt würde, dass der Geist, von seinen ersten Versuchen an, die Materie mit neuen Fähigkeiten und Eigenschaften zu begaben (wir könnten sie als einen in gewisser Weise neutralisierten Zustand des Geistes betrachten), jenem andern ihr eigenen (diesmal polarisierten) Wesen, das ohne Zweifel elektrische Energie ist, seine ganze subtilere Intention, die ganze schon in dieser Organisation selbst virtuell manifestierte Sinnhaftigkeit hinzufügt — eine Intention, die an der Spitze der Stufenleiter der Wesen sich zum vernünftigen Gedanken entfaltet. Diese Entwicklung haben wir durch den Lauf der Jahrtausende verfolgen können, vom ursprünglichen Protoplasma der Meerestiefen bis zum Menschen, und ihren ersten Schritt experimentell zu reprodu-

zieren ist uns jetzt vielleicht gerade gelungen. Wir sehen sie jedoch in jedem Augenblicke unseres Lebens sich wiederholen, wenn das Zusammenwirken, das rein bio-chemische Zusammenspiel unserer Zellen unser psychisches Leben aus sich entspringen lässt. Mit der Möglichkeit, experimentell, durch einfache elektrische Kräfte, den grössten Teil der Erscheinungen unseres vegetativen, also unseres affektiven Lebens zu erklären, wird eine auf diese neuen Entdeckungen gestützte Psychologie die Fähigkeit erlangen, das Joch der alten vorgeblich spiritualistischen Auffassungen — die in Wahrheit animistisch sind — abzuschütteln, die sie beschwerten und ihr einen ganzen Bereich unzugänglich machten, der jedoch, und zwar ganz einfach, dem Experiment erschliessbar ist. Indem wir dem Geiste das Vermögen zugestehen, als Intention und Sinn die pseudo-vitalen und pseudo-psychischen Erscheinungen, dank denen er sich transformiert und rational wird, zu transzendieren, glauben wir diesen Erscheinungen das weite, von *William James* erschlossene und von *Bergson* fruchtbar gemachte Feld jener Erfahrung zu öffnen, die allein es dem Geiste möglich macht, den Geist zu retten.

1. Juni 1937

Sitzung der Akademie der Sciences Morales vom 18. September 1937

DREI VERSUCHSREIHEN AUF GRUND DES «SPANNUNG-LADUNG»-PRINZIPS

von Roger du Teil

Die beiden ersten Versuchsreihen, über die im Folgenden berichtet wird, entsprechen im Prinzip bei abweichender Anwendung dem von Dr. *Wilhelm Reich*, Oslo, im Einklang mit seiner biologischen Gesamtanschauung ausgearbeiteten Verfahren.

Die dritte, von mir selbst entworfene und durchgeführte Versuchsreihe hält sich zwar an dieselbe Grundlinie, weicht aber in der Methode wie in den Resultaten und auch in den Folgerungen, die sich daraus erschliessen lassen, deutlich von den andern ab. In ihr finden sich gleichzeitig eine Bestätigung, eine Vereinfachung und eine Konzentration des *Reich*schen Verfahrens.

Die synthetische Theorie Dr. *Reichs* besteht im wesentlichen in der Gleichsetzung der psychischen Tendenzen «*Hin zur Welt*» und «*Zu sich, weg von der Welt*» und der sie begleitenden Gefühle *Lust* und *Angst* einerseits mit dem «*sympathischen*» und dem «*vagischen*» Nervensystem, welche die diese Gefühle begleitenden Flüssigkeitsverschiebungen im Organismus beherrschen; andererseits mit den Eiweisskörpern und sonstigen chemischen Substanzen, die in den höheren Organismen diese Bewegungen fördern, in den niederen das Nervensystem der Metazoen vertreten. Diese Gleichsetzung erstreckt sich auch auf die elektrischen Aufladungs- und Entladungsvorgänge, welche die Flüssigkeitsverschiebungen begleiten und die mit dem Wechsel von *Expansion* und *Kontraktion* im ständig aufrechterhaltenen Grundgegensatz zwischen «*Zentrum*» und «*Peripherie*» das Leben selbst konstituieren.

Es sind also die Antagonistenpaare *Lezithin-Cholesterin* einerseits, *Kalium-Calzium* andererseits, welche, in eine kolloidale Flüssigkeit eingeführt, wo die Bewegung durch die *Brown*schen Bewegungen feiner Kohlepartikelchen entsteht und vergrössert wird und wo sich

zahlreiche Grenzmembranen bilden, in dieser Flüssigkeit die Bildung von Organismen hervorrufen, die alle Eigenschaften des Lebens zeigen und kulturfähig sind.

Die drei unten objektiv beschriebenen Versuchsreihen sind von mir nach meiner Rückkehr aus Oslo durchgeführt worden. Dr. *Wilhelm Reich,* dessen Arbeiten ich auf sein Ersuchen hin schon seit mehreren Jahren verfolgt und kontrolliert hatte, hat mich in seinem Laboratorium in Oslo selbst mit seinen eigenen Kontrollverfahren bekannt gemacht und mich sie erproben lassen und ich habe die meinigen damit verglichen. Die Apparate, die ich konstruiert und hier beschrieben habe, sind erdacht, um die Kontrolle zu vereinfachen, indem sie sie leichter und sicherer machen.

Erste Reihe:
Der sogenannte «Bion»-Versuch

Erstes Experiment:

Es wird eine Apparatur nach folgenden Gesichtspunkten aufgebaut: Zwei Rezipienten sollen miteinander in Verbindung stehen und doch trennbar sein, um in den Autoklaven gebracht zu werden. Ein drittes Glasgefäss (Reagenzglas mit Bouillon darin) soll einen weiteren Teil des Systems bilden, das also streng geschlossen sein soll. (S. Fig. 1)

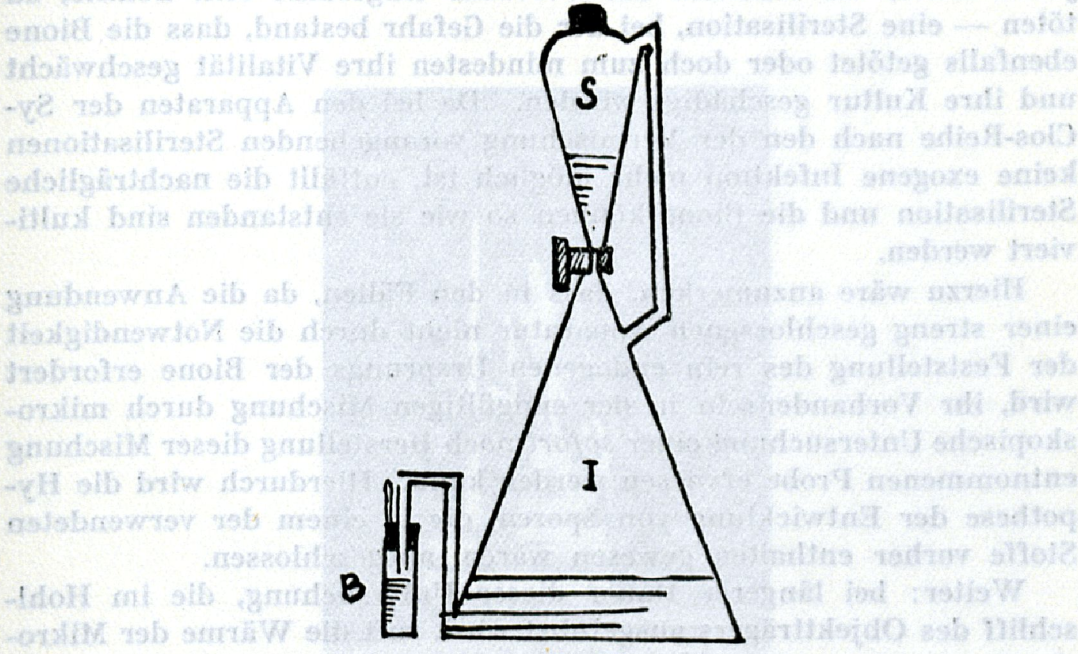


Fig. 1 : *Sy-Clos*

Der Apparat besteht also im wesentlichen aus zwei übereinanderstehenden Rezipienten, die durch einen Glashahn getrennt werden können. Ein Röhrchen verbindet die beiden Oberteile, so dass die Luft

vom unteren in den oberen Rezipienten gelangen kann, wenn die Flüssigkeit aus dem oberen in das untere Gefäss läuft. Am unteren Behälter ist ein galgenförmiges kapillares Ausflussrohr angebracht, an dem das Reagenzglas mit der zu impfenden Bouillon durch einen verkitteten Gummistöpsel befestigt wird. Die beiden Ursprungs-Mischungen, aus denen sich das endgültige Präparat zusammensetzt, können also getrennt und doch gemeinsam in den Autoklaven gebracht werden, und mit ihnen die Bouillon, die die erhaltenen Organismen als lebend erweisen soll. Nach dem Herausnehmen aus dem Autoklaven können die beiden Lösungen durch Öffnen des Hahnes miteinander vermischt werden. Wenn dann die festgesetzte Frist verstrichen ist, genügt es, den oberen Behälter zu erhitzen, damit die sich ausdehnende Luft einige Tropfen der zu prüfenden Mischung in das Röhrchen mit Bouillon hineintreibt. So verläuft der ganze Vorgang nach dem Herausnehmen aus dem Autoklaven in einem streng geschlossenen System.

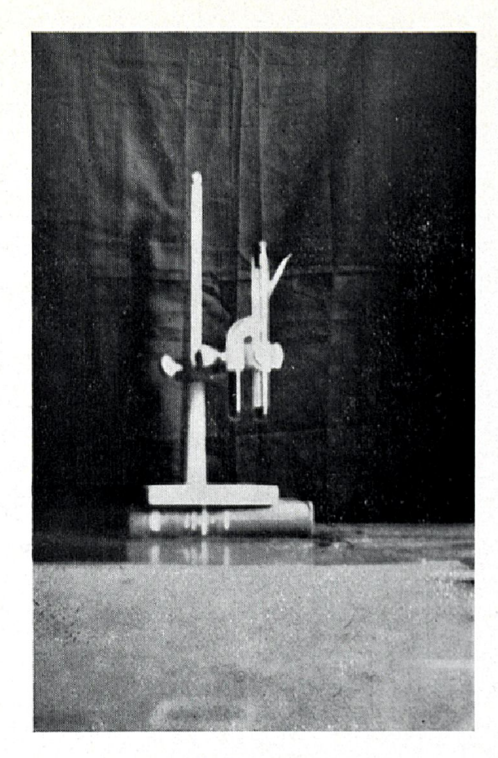
Dieser zur bequemeren Kennzeichnung *Sy-Clos* genannte Apparat schliesst also jeglichen Einwand einer möglichen Zufallsinfektion durch einen Luftkeim oder einen während des Versuchs eingeführten Keim aus. Weiter: das «Präparat 6» musste, wenn es nach dem ursprünglichen Verfahren *Reichs* hergestellt war, notgedrungen noch einmal im fertigen Zustande in den Autoklaven gebracht werden, um jeden Keim, der während des Versuchs eingeführt sein konnte, zu töten — eine Sterilisation, bei der die Gefahr bestand, dass die Bione ebenfalls getötet oder doch zum mindesten ihre Vitalität geschwächt und ihre Kultur geschädigt würden. Da bei den Apparaten der Sy-Clos-Reihe nach den der Vermischung vorangehenden Sterilisationen keine exogene Infektion mehr möglich ist, entfällt die nachträgliche Sterilisation und die Bione können so wie sie entstanden sind kultiviert werden.

Hierzu wäre anzumerken, dass in den Fällen, da die Anwendung einer streng geschlossenen Apparatur nicht durch die Notwendigkeit der Feststellung des rein endogenen Ursprungs der Bione erfordert wird, ihr Vorhandensein in der endgültigen Mischung durch mikroskopische Untersuchung einer *sofort* nach Herstellung dieser Mischung entnommenen Probe erwiesen werden kann. Hierdurch wird die Hypothese der Entwicklung von Sporen, die in einem der verwendeten Stoffe vorher enthalten gewesen wären, ausgeschlossen.

Weiter: bei längerer Dauer dieser Untersuchung, die im Hohlschliff des Objektträgers ausgeführt wird, ruft die Wärme der Mikroskoplampe eine solche Vermehrung der Keime hervor, dass das Präparat etwa im Laufe einer Viertelstunde sich so verdichtet, dass es sozusagen zur Beobachtung untauglich wird.

Am 3. September erhalten die beiden Rezipienten nacheinander folgende Füllungen:

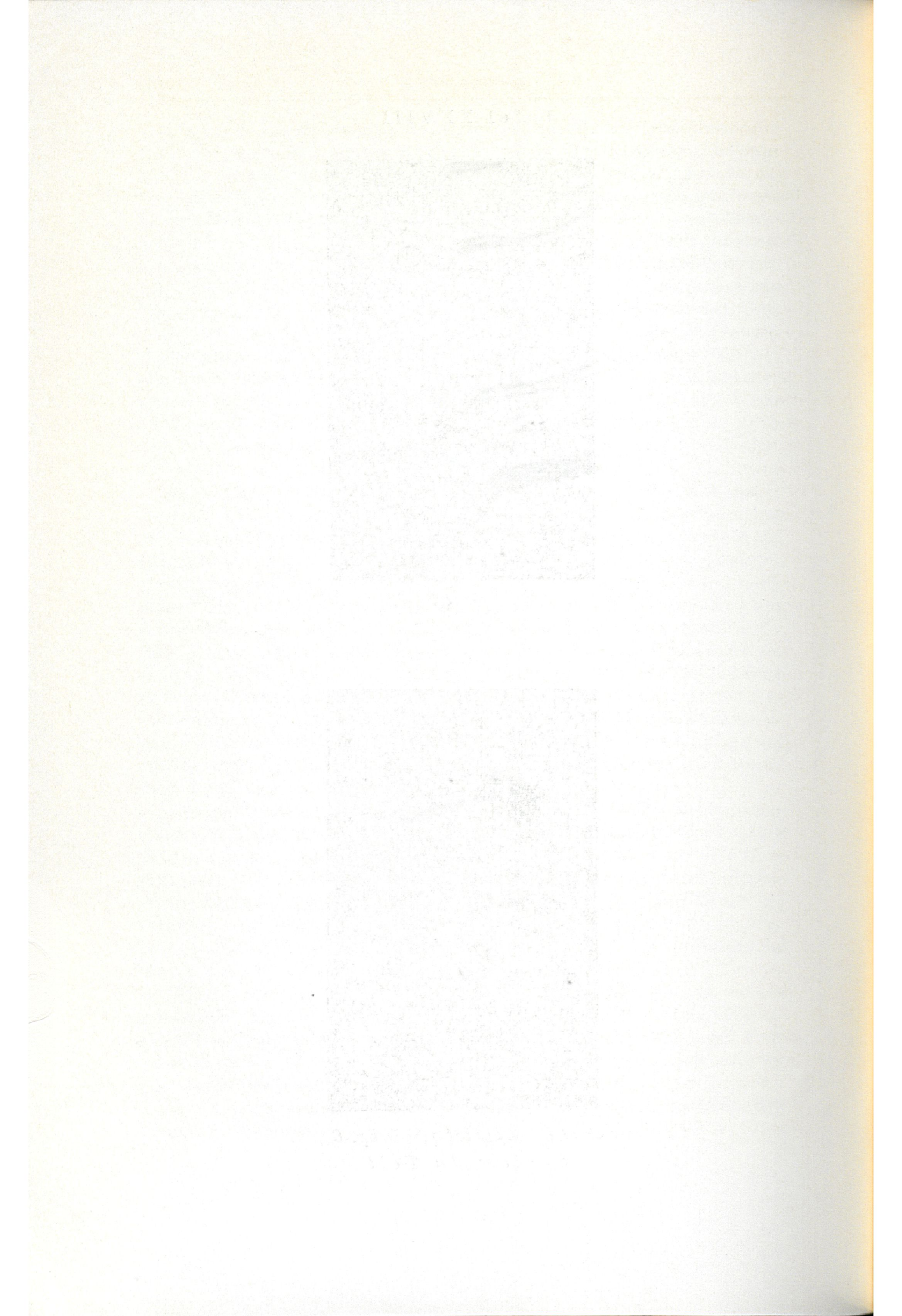
Tafel XXVIII



h-Tube



«Sy-Clo»-Apparat für Präp. 6
System du Teil



Unterer Rezipient: gleiche Teile KCl und Ringerlösung; einige Milligramm in 3 ccm KCl aufgelöster roter Gelatine; zwei Cholesterin-Kristalle; ½ Centigramm feinzerriebener und auf einem Spatel in der Bunsenflamme rotgeglühter Kohle (Koks); einige Tropfen Eiweiss, einige Tropfen Eigelb, einige Tropfen Milch, alle steril entnommen. Dann wird der Hahn geschlossen.

Oberer Rezipient: etwa 10 Milligramm Lezithin werden im Mörser zerstossen und in 1 ccm KCl eingebracht. Wenn die Mischung trübe ist und eine gelbliche Farbe angenommen hat, wird sie in den oberen Behälter des Apparats eingefüllt.

In die seitliche, an das untere Gefäss angeschlossene Tube wird sterile Bouillon getan. Nachdem der obere Stöpsel für die Sterilisation durch Filterwatte ersetzt ist, die das Entweichen der Luft gestattet, wird der ganze Apparat in den Autoklaven gebracht.

Eine erste Sterilisation findet am 4. September statt: drei Viertelstunden, 134°.

Eine zweite am 5. September, 24 Stunden später. Gleiche Temperatur, Dauer 1 Stunde.

Eine dritte am 6. September, 24 Stunden nach der zweiten: 130°, ½ Stunde.

Nach dem Autoklavieren wird die Filterwatte sofort wieder durch den gleichfalls sterilisierten eingeschliffenen Stöpsel ersetzt, der mit Paraffin verkittet wird. Dann wird der Hahn geöffnet und die Lösung des oberen Rezipienten mischt sich mit der des unteren. Der Hahn wird verschlossen und gleichfalls verkittet, ebenso der Stöpsel und alle Fugen der seitlichen Bouillontube.

Am 10. September, also 4 Tage später, wird der obere Rezipient erhitzt und einige Tropfen impfen die Bouillontube. Der Apparat kann seiner Grösse wegen nicht ganz in den Brutkasten eingebracht werden; 24 Stunden später ist noch keine Trübung in der Bouillon aufgetreten. Eine neue Aussaat einiger Tropfen wird durch Erhitzung des oberen Behälters und Ausdehnung der Luft herbeigeführt. Vierundzwanzig Stunden später, am 12., wird aus der Bouillon, die eine sehr deutliche Trübung zeigt, auf Agar und Bouillon weitergeimpft.

Vom 13. an zeigt diese Bouillon eine sehr deutliche Trübung und der Agar eine graue, kreme-artige Kultur, die anfänglich aus kleinen runden Kolonien besteht und sich rasch über die ganze Oberfläche ausbreitet.

Diese beiden Kulturen vom 12. werden am 13. wieder auf Bouillon und Agar überimpft. In diesen 4 Tuben ergeben sich Kulturen von gleicher Art. Die Impfungen und Kulturen gehen seither in normaler Weise fort.

Die mikroskopische Prüfung sowohl der ersten Mischung als auch der Kulturen zeigt sehr grosse Mengen runder oder eiförmiger, beweglicher Organismen, die bei der Vermehrung häufiger Ketten als Trau-

ben bilden. Es sind *«Bione»*, wie Dr. *Reich* sie in Oslo zuerst hergestellt und mit diesem Namen bezeichnet hat.

Eigene Untersuchungen haben mir gezeigt, dass die Bione grampositiv sind. Weiter konnte ich Empfindlichkeit gegenüber gewissen Giften feststellen; sie können getötet, will sagen, der Beweglichkeit beraubt werden durch Bleichwasser (Kaliumhypochlorit) in etwa einer Viertelstunde und durch Alkohol in ungefähr einer Minute; Äther löst sie im Verlaufe einiger Minuten auf.

Zweites Experiment:

Ein ähnlicher Versuch wird am 15. September gemacht. Dieselbe Apparatur und dieselben Massnahmen kommen zur Anwendung, es wird jedoch *der Mischung keine Milch zugesetzt*. Es entstehen Bione wie beim ersten Versuch. Sie werden aber diesmal früher, nämlich am 18. September ausgesät. Auch hier geht das Ganze im geschlossenen System vor sich und es tritt sofort eine sehr deutliche Trübung der Bouillon auf. Bei mikroskopischer Prüfung erweist sich die Bouillonkultur als sehr viel lebendiger als die ursprünglichen Bione, die dieses Mal weniger zahlreich aufgetreten sind als im ersten Versuch. Die Bione in der Bouillon zeigen eine sehr viel grössere Beweglichkeit.

Drittes Experiment:

Hier kommt ein neuer Apparat zu Verwendung. Er ist nach denselben Prinzipien konstruiert wie der erste, aber einfacher. Er besteht aus vier nebeneinanderliegenden Röhren, drei davon liegen in einer Ebene, die vierte in einer senkrecht dazu stehenden. Die Röhren sind so miteinander verbunden, dass die Vereinigung der beiden Bion-Mischungen und die Aussaat auf Bouillon durch eine einfache Neigung des Apparats herbeigeführt werden können. Schliesslich dient eine Röhre zur Kontrolle; die in ihr enthaltene Bouillon wird denselben Einwirkungen ausgesetzt, aber nicht beimpft. Dieser Apparat erhält, der Bequemlichkeit halber, den Namen *Syclos-Tube*. (S. Fig. 2)

Am 18. September werden in der Syclos-Tube Bione in sehr kleinen Mengen hergestellt. Milch ist der Mischung nicht zugefügt worden; da die verwendete Gelatine farblos war, wurde ihr eine Spur Methylenblau zugesetzt, damit gleichwohl eine ihren Gelatinegehalt anzeigende Färbung der Mischung einträte. Das Ganze wird eine Stunde lang bei 130° autoklaviert — was drei aufeinander folgenden Sterilisationen entspricht — und die Vermischung wird durch Neigen des Apparats herbeigeführt. Die Mischung nimmt eine grünliche, opalisierende, an Absinth erinnernde Farbe an. Die Überimpfung wird am übernächsten Tage, also am 20., vollzogen, und am 21. ergibt sich eine sehr deutliche, wie die vorigen homogene und moirierte Trübung. Am 22. werden durch Erwärmen des Apparats einige Tropfen durch

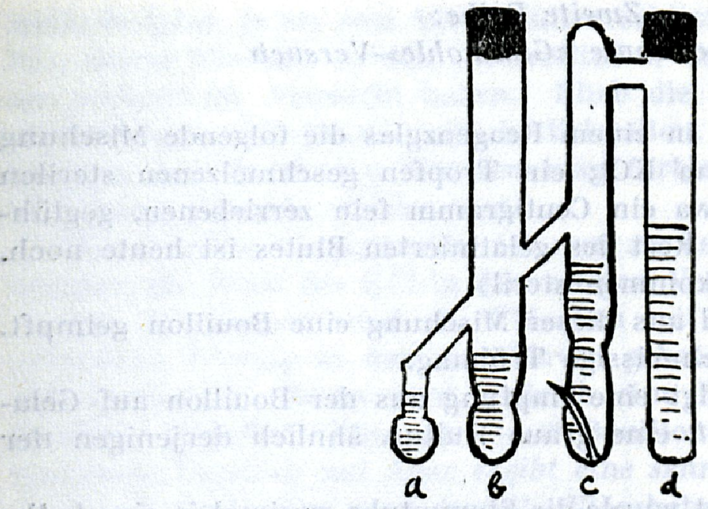


Fig. 2 : *Sy-Clos-Tube*

A : Mischung I
B : Mischung II
C : zu impfende Bouillon
D : Kontroll-Bouillon[1])

das Kapillarröhrchen herausgetrieben und so ein Agar- und ein Gelatine-Eiweiss-Nährboden mit der Bouillon beimpft. Aus beiden Impfungen ergeben sich Kulturen.

Bei mikroskopischer Untersuchung der so im geschlossenen System geimpften Bouillon zeigt sich eine Fülle von eiförmigen, in Ketten angeordneten Bionen, daneben aber auch noch starre Lezithinschläuche, in deren Innern Kokken in Bildung begriffen sind. Die Anwesenheit dieser Lezithinschläuche erklärt sich durch den Umstand, dass die Aussaat ziemlich massiv gewesen ist und diese Organismen als ein Bestandteil der Mischung mit eingeführt worden sind.

Fuchsingefärbte mikroskopische Präparate dieser besonders charakteristischen Bouillon sind zur Aufbewahrung angelegt worden.

---

1) *Gebrauchsanweisung für die Sy-Clos-Tube.* (Prof. Roger du Teil)
Die Lezithin-Mischung kommt in die Röhre *A*
Die Mischung KCl-Ringer-Kohle usw. in die Röhre *B*
(Es sind nur sehr kleine Quantitäten zu verwenden)
Die Bouillon kommt zunächst in die Röhre *D*
Der Stöpsel auf *D* wird dann soweit in die Röhre hineingeschoben, dass er die Verbindung zu *C* verschliesst, damit nicht während des Autoklavierens oder während der ersten Manipulationen eine verfrühte Impfung zustande kommt.
Dann wird das Ganze autoklaviert.
Danach wird der Inhalt von *A* und *B* in *A* oder *B* vermischt — am besten in *A*.
Zur Impfung bringt man einen Tropfen der fertigen Mischung in die bisher leere Röhre *C*, zieht dann den Stöpsel auf *D* etwas zurück, sodass er die Verbindungsröhre freigibt und lässt die Bouillon aus *D* nach *C* hinüberlaufen. Ein wenig Bouillon bleibt zur Kontrolle in *D*.
Jetzt kann ein Wattebausch in *D* angebracht werden, um eine Infektion der Kontroll-Bouillon durch die Luft der andern Röhren zu verhindern.

Zweite Reihe:
Der sogenannte «Glühkohle»-Versuch

Erstes Experiment:

Am 19. August wird in einem Reagenzglas die folgende Mischung hergestellt: etwa 10 ccm KCl; ein Tropfen geschmolzenen sterilen gelatinierten Blutes; etwa ein Centigramm fein zerriebenen, geglühten Kokspulvers. (Der Rest des gelatinierten Blutes ist heute noch, am 23. September, vollkommen steril).

Am 28. August wird aus dieser Mischung eine Bouillon geimpft. *Positives Resultat,* gleichmässige Trübung.

Am 29. August erfolgt eine Impfung aus der Bouillon auf Gelatine. *Positives Resultat,* eine graue Kultur, ähnlich derjenigen der Bione.

Am selben 29. August wurde die Stammtube zweimal je eine halbe Stunde an freier Luft bei 100° gekocht, dann wurde daraus auf Bouillon geimpft. *Positives Resultat.*

Am 3. September wird die Stamm-Tube eine halbe Stunde lang bei 134° autoklaviert. Dann erfolgt Impfung auf Bouillon; mit positivem Resultat. Am 4. wird aus der Bouillon auf Gelatine überimpft — *positives Resultat.*

Am 5. September wird die Stammtube von neuem drei Viertelstunden lang bei 130° autoklaviert und dann eine Bouillon aus ihr beimpft. *Positives Resultat.* Um jede Infektion zu vermeiden, war die Impfung auf folgende Weise ausgeführt worden: die sterile Flüssigkeit wurde in einen sterilen Tropfenzähler getan, der selbst der Tube mit der zu impfenden Bouillon als Stöpsel aufsitzt. Die eigentliche Impfung vollzog sich automatisch durch den steigenden Druck im Autoklaven, also unter sicherem Abschluss gegen jede Berührung, gegen die äussere und gegen jedwede Luft und bei einer Temperatur, die als tödlich für jeden Keim anerkannt ist.

Am 6. ist von dieser Bouillon aus Gelatine beimpft worden. *Positives Resultat.*

Zweites und drittes Experiment:

Am 27. und 28. September wurde derselbe Versuch zweimal wiederholt, jedoch unter Ersetzung des gelatinierten Blutes durch sterile Bouillon und Variation der Proportionen von Bouillon und KCl vom einen zum andern Mal.

Diese beiden Versuche hatten wie der erste und trotz aller versuchten Sterilisationen der Stammtuben positive Resultate.

Dritte Reihe:
Der sogenannte «Versuch mit reinem Kaliumchlorid (KCl)»

Von den drei Stoffen der vorhergehenden Versuchsreihe konnte man vom Boden der *Pasteur*schen Hypothese aus weder die auf leb-

hafte Rotglut, ja bis zum Weissglühen erhitzte Kohle, noch die Bouillon, deren Klarheit in den Kontrolltuben ihre Sterilität garantierte, als unsteril im Verdacht haben. Blieb die Möglichkeit, das KCl zu verdächtigen, das jedoch rein, in Kristallen, von der Firma *Poulenc* bezogen und durch 1½ Stunden lang fortgesetztes Kochen bei 100° in Lösung gebracht worden war.

Diese dritte Versuchsreihe ist nun zu dem Zweck unternommen worden, die Rolle des KCl in den vorigen Versuchen klarzustellen.

Am 31. August wird ein Fläschen mit dieser *bereits drei Mal gekochten* Lösung in den Autoklaven gebracht und auf die übliche Art sterilisiert. Dann wird sogleich eine Bouillon daraus beimpft. *Positives Resultat.* Eine aus dieser Bouillon am 2. September vorgenommene Impfung auf Agar *ergibt eine sehr starke Kultur.*

Am 3. September wird dasselbe Fläschchen mit KCl (ein Tropfenzählerfläschchen, das selbsttätige Impfungen ermöglicht) von neuem eine Viertelstunde lang bei 130° autoklaviert. Aussaat in Bouillon — *positives Resultat.*

Am 5. September wird dasselbe Fläschchen wieder in den Autoklaven gebracht, zugleich damit KCl aus diesem Fläschchen in einem sterilisierten Tropfenzähler, der der Tube mit Bouillon aufsitzt. Die Impfung wird durch den Dampfdruck im Innern des Autoklaven bewirkt, also unter Ausschluss der Luft und bei einer Temperatur von 130°. *Positives Resultat.* Überimpfung dieser Bouillon auf Agar am 8. September ergibt *eine sehr schöne graue Kultur,* die freilich zu ihrer Entwicklung längere Zeit braucht als die vorigen.

Am 8. September wird das KCl im selben Fläschchen neuerdings autoklaviert und direkt auf Agar geimpft. Ein *positives Resultat* zeigt sich nach 4 Tagen in Gestalt einer lichtgrauen, fast weissen Kultur. Eine Weiterimpfung auf eine andere Gelatine am 11. September ergab wieder ein *positives Resultat:* eine sehr schöne weisslich graue Kultur.

Ich liess hierauf zwei Exemplare eines «h-Tube» genannten Apparats konstruieren, der im wesentlichen aus zwei Reagenzgläsern besteht, deren eines mit seiner Öffnung in die Wand des andern etwa in der Mitte eingeschmolzen ist. Seine untere Hälfte läuft dem geraden Glas parallel. Der Apparat ähnelt in der Form dem kleinen «h». Die einzige, im oberen Teil befindliche Öffnung kann entweder mit einem Gummipfropf verschlossen oder über der Flamme zugeschmolzen, in jedem Falle also hermetisch abgedichtet werden. Ein seitlich an der geraden Röhre angebrachtes, fein ausgezogenes und an der Flamme zugeschmolzenes Röhrchen ermöglicht spätere Entnahmen der unberührten Flüssigkeit. (S. Fig. 3)

Am 8. September wird KCl aus dem Fläschchen, das nun *schon fünf Mal sterilisiert* ist, in den geraden Teil des Apparats und sterile Bouillon in den gebogenen Teil gebracht. Das Ganze wird in den

Autoklaven gesetzt und eine Stunde lang auf 130° gehalten. Beim Herausnehmen aus dem Autoklaven wird durch einfaches Neigen des Gefässes die Bouillon zum Hinüberfliessen auf die kleine Menge KCl am unteren Ende der andern Röhre gebracht. Die Bouillon ist somit geimpft. Im gebogenen Rohr wird indessen zur Kontrolle etwas Bouillon belassen.

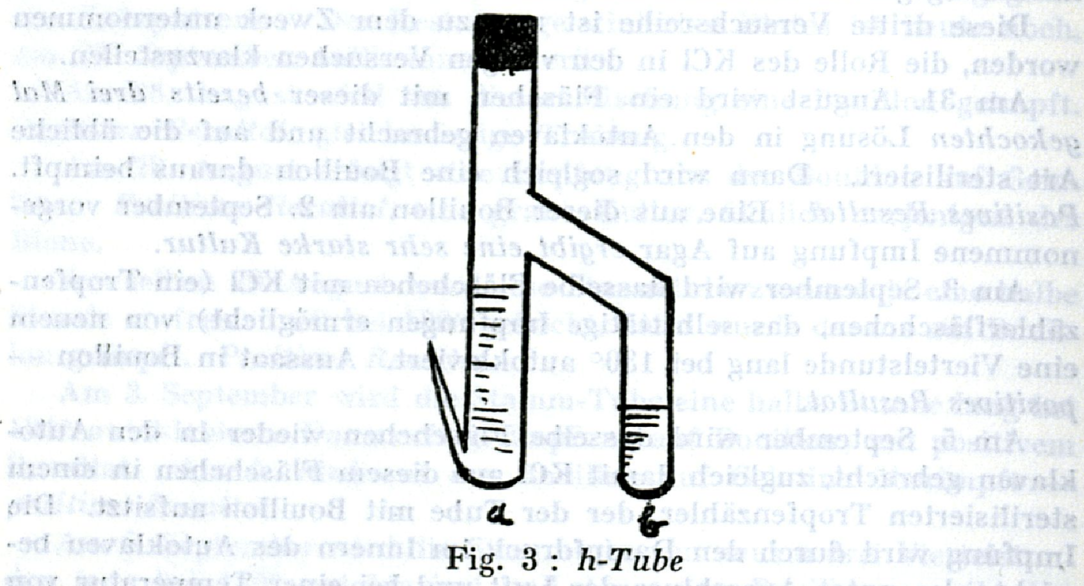


Fig. 3 : *h-Tube*

A : 1. Phase: KCl
2. Phase: KCl + Bouillon
B : 1. Phase: Bouillon
2. Phase: Kontroll-Bouillon

Dieser Versuch, der unter unangreifbaren Sterilitätsbedingungen sowohl für die Stoffe als auch für den Apparat durchgeführt worden ist, hat ein *positives Resultat ergeben.* Vom zweiten Tage an zeigte die Bouillon in der geraden Röhre, verglichen mit der Kontrolle, eine freilich recht schwache, aber durchaus wahrnehmbare Trübung. Eine am 14. ausgeführte Weiterimpfung auf Gelatine gibt nach einigen Tagen eine zunächst sehr schwächliche Kultur, die chromogener Eigenschaften ermangelt, will sagen von gleicher Transparenz wie der Nährboden ist. Nach einigen weiteren Tagen jedoch wächst an den Stellen, wo die Bouillon aufgetropft ist, eine graue Kultur auf, die durch eine niedrigere Temperatur als die des Brutkastens günstig beeinflusst zu werden scheint. Zwei Mikroskopierproben, dem schwachen und dem kreme-artigen Teil der Kultur entnommen, erweisen die vollständige Gleichheit der entwickelten Organismen. Bei den später aufgetretenen ist die Neigung zur Kettenbildung stärker ausgeprägt.

Am 9. September wird ein gleicher Versuch mit der zweiten «h-Tube» ausgeführt und hat gleichfalls ein *positives Resultat.* Während die Trübung der originalen Bouillon kaum erkennbar ist, ergibt jedoch

eine 11 Tage später vorgenommene Weiterimpfung auf Gelatine sehr rasch eine der ersten durchaus ähnliche, transparente Kultur, die aber üppig und kräftig auftritt. Bei mikroskopischer Untersuchung zeigt sie die gleichen Organismen.

Zu erwähnen wäre noch, dass mehrere Versuche, bei denen zur Rotglut gebrachtes KCl in die Bouillon geschüttet wurde, gleichfalls zu ausgesprochen positiven Ergebnissen führten. Ein Versuch mit beim Glühen geschmolzenem KCl hat hingegen nur ein zweifelhaftes Resultat erbracht.

Schlussbemerkung:

Diese letzte Versuchsreihe lässt nur zwei Interpretationen zu: *Interpretation im Sinne Pasteurs:* Das KCl muss Keime enthalten, die zu töten selbst durch die zu wiederholten Malen angewandten gewöhnlichen Sterilisationsverfahren nicht möglich ist. Zu erklären wäre nun, wieso diese Keime in dem reinen KCl unsichtbar sind und im Augenblick der Vermischung hervortreten. Auf jeden Fall bietet die Entdeckung dieser Keime ein gewisses Interesse.

Interpretation im Sinne der synthetischen Theorie Reichs: Die Bouillon enthält alle Substanzen, die wir zu den Mischungen des Bion-Versuchs verwenden, im Besonderen die Antagonisten Lezithin-Cholesterin und Kalium-Kalzium. Es ist also erklärlich, dass ein Überschuss von Kalium in der Bouillon direkt die gleiche Wirkung erzielen kann, die in der ersten Mischung zustande kam, sei es, dass dadurch diesen Stoffen ermöglicht werde, sich zu organisieren oder dass so den Stoffen, die sie durch die Sterilisation verloren hatten, eine neue Vitalität gegeben werde. Da die Sterilität des KCl nur durch seine Einführung in die Bouillon geprüft werden kann, gibt es kein Mittel, zwischen diesen beiden Meinungen zu entscheiden.

Nizza, den 28. September 1937

eine 17 Tage später vorgenommene Weiterimpfung auf Gelatine sehr rasch eine der ersten durchaus ähnliche, transparente Kultur, die aber üppig und kräftig auftritt. Bei mikroskopischer Untersuchung zeigt sie die gleichen Organismen.

Zu erwähnen wäre noch, dass mehrere Versuche, bei denen zur Rotglut gebrachtes KCl in die Bouillon geschüttet wurde, gleichfalls zu ausgesprochen positiven Ergebnissen führten. Ein Versuch mit beim Glühen geschmolzenem KCl hat hingegen nur ein zweifelhaftes Resultat erbracht.

Schlussbemerkung:

Diese letzte Versuchsreihe lässt nur zwei Interpretationen zu: *Interpretation im Sinne Pasteurs*: Das KCl muss Keime enthalten, die zu töten selbst durch die zu wiederholten Malen angewandten gewöhnlichen Sterilisationsverfahren nicht möglich ist. Zu erklären wäre nun, wieso diese Keime in dem reinen KCl unsichtbar sind und im Augenblick der Vermischung hervortreten. Auf jeden Fall bietet die Entdeckung dieser Keime ein gewisses Interesse.

Interpretation im Sinne der synthetischen Theorie Reichs: Die Bouillon enthält alle Substanzen, die wir zu den Mischungen des Bion-Versuchs verwenden, im Besonderen die Antagonisten Lezithin-Cholesterin und Kalium-Kalzium. Es ist also erklärlich, dass ein Überschuss von Kalium in der Bouillon direkt die gleiche Wirkung erzielen kann, die in der ersten Mischung zustande kam, sei es, dass dadurch diesen Stoffen ermöglicht werde, sich zu organisieren oder dass so den Stoffen, die sie durch die Sterilisation verloren hatten, eine neue Vitalität gegeben werde. Da die Sterilität des KCl nur durch seine Einführung in die Bouillon geprüft werden kann, gibt es kein Mittel, zwischen diesen beiden Meinungen zu entscheiden.

Nizza, den 28. September 1937.

DIE GESCHICHTE DER AUFFASSUNGEN SEIT DEM 17. JAHRHUNDERT ÜBER DEN URSPRUNG DES ORGANISCHEN LEBENS

von

Arthur Hahn
Literatur-Assistent des Instituts

Bis ins 17. Jahrhundert herrschte die Auffassung ganz allgemein, dass gewisse Pflanzen und Tiere — solche, deren Herkunft und Entwicklung man nicht unmittelbar verfolgen konnte — spontan aus unbelebter Materie zustande kämen.

Aristoteles hatte gelehrt, dass jeder trockene Körper, der feucht, und jeder feuchte Körper, der trocken würde, Tiere erzeuge. Rezepte für die Herstellung von Mäusen und Fröschen aus Schlamm und Erde wurden noch im 16. und 17. Jahrhundert angegeben, beispielsweise von *van Helmont*. Solche Anweisungen finden sich bei *Leeuwenhoek*, Epistola 75, 1692 berichtet. Die naturforschenden Theologen des 17. Jahrhunderts *(Kircher, Bonnani)* lehrten, die niederen Tiere müssten spontan entstehen können, denn die Bibel erwähne nicht, dass Noah sie mit in die Arche genommen habe. Andrerseits aber findet sich in der Bibel die Erzählung von der Entstehung eines Bienenschwarms aus einem toten Löwen.

Doch wurde der Kreis der Lebewesen, für die man Urzeugung annahm, mehr und mehr auf die niedersten Tiere und Pflanzen und schliesslich auf die geringst organisierten Einzeller eingeschränkt.

Francesco Redi stellte 1648 fest, dass im Käse und im faulenden Fleisch keine Maden entstehen, sobald man durch eine Umhüllung mit Gaze die Fliegen fernhält. Er behauptete auch für die zu seiner Zeit bekannten Parasiten in Menschen und Tieren die Existenz von

Männchen, Weibchen und Eiern. (Fr. *Redi,* Esperienza intorno alla generazione degl'insetti, 1660).

Leeuwenhoek (1632—1723) bestritt die Enstehung der Infusorien durch Urzeugung. Er meinte, Paarung bei ihnen gesehen zu haben. (Von L. stammen die ersten mikroskopischen Beobachtungen einzelliger Organismen überhaupt).

William Harvey (De generatione animalium, 1651) stellte den Satz auf: Ovum est primordium omnibus animalibus commune.

Jan Swammerdam stellte 1669 eine Evolutionstheorie auf, nach der alle Lebewesen sich aus Keimen entwickelten, die selbst lebendig wären.

Zerstörte so die mikroskopische Beobachtung die primitiven Auffassungen über die Urzeugung, so gab sie doch auch andrerseits den Anstoss zur Entwicklung neuer, auf Experimente gestützter Urzeugungstheorien. Die Beobachtung der Entstehung von Aufgusstierchen brachte eine Reihe von Forschern zu der Meinung, dass die belebte Materie nach ihrem Tode eine besondere Lebensfähigkeit bewahre, unter deren Einfluss sie sich unter bestimmten günstigen Bedingungen von neuem zu Lebewesen vereinigte, mit einer durch diese Bedingungen bestimmten Mannigfaltigkeit im Bau und in der Organisation.

Andere dagegen glaubten wie *Leeuwenhoek* bei den Infusorien alle Arten der geschlechtlichen Fortpflanzung beobachten zu können.

In der Mitte des 18. Jahrhunderts fand die bedeutsamste Auseinandersetzung dieser Art zwischen zwei naturforschenden katholischen Priestern statt. Zum ersten Mal spielten hier Experimente und Gegenexperimente die entscheidende Rolle in der Argumentation.

Needham veröffentlichte 1745 in London ein Werk, in dem er seine Versuche, ihre Resultate und seine Schlussfolgerungen darlegte. Er hatte kochende Fleischbrühe in Flaschen gefüllt, diese Flaschen zur Erhitzung der in ihnen befindlichen Luft in heisse Asche gestellt und sie dann fest zugestöpselt. Da sich dennoch kleinste Tierchen in der Brühe entwickelten, schloss er, dass sie nach der durch das Kochen und Erhitzen erfolgten Zerstörung aller vorher vorhandenen eventuellen Keime in den Flaschen durch Urzeugung entstanden sein müssten. *Needhams* Versuche fanden grösste Beachtung. 1747 wurde er von der Royal Society in London als Mitglied aufgenommen, später wurde er eins der acht korrespondierenden Mitglieder der Académie des Sciences. 1749 wurde er auf einer Reise nach Paris der Tischgenosse des französischen Gelehrten *Buffon* und sozusagen sein Mitarbeiter.

Buffon veröffentlichte 1749 die ersten drei Bände seines Werkes über das System der Zeugung. Im zweiten Bande setzt er sein System der organischen Moleküle auseinander und verteidigt die Hypothese

von der Urzeugung. *Pasteur* vermutet, dass *Needhams* Versuche einen grossen Einfluss auf *Buffons* Ideen gehabt hätten.

Needham, Buffon und ihren Anhängern standen zunächst am schroffsten *Bonnet* und sein Kreis mit der Behauptung der Präexistenz der Keime gegenüber. (*Pasteur* bemerkt zu diesem Streit, dass die Wahrheit sich auf keiner Seite befunden habe und dass es überdies eine Zeit gewesen sei, «in der man gern bis zur Erschöpfung über Systeme und spekulative Anschauungen stritt».)

Lazzaro Spallanzani war der erste, der im Jahre 1763 *Needhams* Experimente nachprüfte.

Er veröffentlichte im Jahre 1765 zu Modena eine Dissertation, in der er gegen *Needhams* und *Buffons* Systeme auftrat. 1769 erschien dies Werk in französischer Sprache, mit Gegenanmerkungen von *Needham* (der wahrscheinlich diese Übersetzung selbst angeregt hat).

Spallanzani unternahm auf *Needhams* Antikritik hin neue Versuche, die 1776 italienisch, 1777 französisch (Opuscules de physique animale et végétale) veröffentlicht wurden. Ich lasse einige Zitate aus der Diskussion *Needham-Spallanzani* folgen:

«Wenn man» — sagt *Spallanzani* — «mittels Feuer die Stoffe, welche man in die Gefässe getan hat, und die Luft, welche in diesen enthalten ist, gereinigt hat und noch die Vorsicht braucht, ihnen selbst jede Verbindung mit der umgebenden Luft zu entziehen, und wenn man trotzdem bei Öffnung der Flaschen noch lebende Tiere in ihnen findet, so dürfte dies ein starker Beweis gegen das System der Zeugung aus Eiern sein. Ich wüsste sogar nicht, was seine Anhänger darauf erwidern könnten.»

Needham führt in einer seiner Anmerkungen zum Kap. X der ersten Abhandlung *Spallanzanis* aus:

«Es bleibt mir nur noch übrig, von dem letzten Experiment *Spallanzanis* zu reden, welches er als das einzige seiner ganzen Abhandlung bezeichnet, das einiges Gewicht gegen meine Prinzipien zu haben scheine. — Er verschloss 19 Gefässe, welche mit verschiedenen pflanzlichen Substanzen erfüllt waren, hermetisch und liess sie so verschlossen eine Stunde lang kochen. Aber aus der Art, wie er seine 19 pflanzlichen Aufgüsse behandelt und dieser Tortur unterworfen hat, ist es ersichtlich, dass er nicht nur die vegetative Kraft der Aufgussubstanzen sehr geschwächt oder vielleicht gänzlich vernichtet hat, sondern dass er auch die kleine Menge Luft, welche in dem leeren Raume seiner Flaschen blieb, durch die Dünste und die Hitze gänzlich verdorben hat. Folglich ist es nicht erstaunlich, dass seine so behandelten Aufgüsse kein Lebenszeichen von sich gaben. Es musste so kommen.

Deshalb ist folgendes in wenig Worten mein letzter Vorschlag und das Ergebnis meiner ganzen Arbeit: Indem er seine Experimente erneuert, möge er sich solcher Stoffe bedienen, welche genügend ge-

kocht sind, um alle vermeintlichen Keime zu vernichten, von denen man glaubt, dass sie den Stoffen selbst oder den inneren Wandungen des Gefässes anhängen oder in der Luft desselben schweben; er möge seine Gefässe hermetisch verschliessen, indem er eine gewisse Menge Luft in ihnen zurücklässt, ohne sie umzudrehen; darauf möge er sie für einige Minuten in kochendes Wasser tauchen, nur so lange als nötig ist, um ein Hühnerei hart zu kochen und um die Keime zu töten; mit einem Wort, er möge Vorsichtsmassregeln ergreifen, welche er will, vorausgesetzt, dass er nur die vermeintlichen fremden Keime zu vernichten sucht, welche von aussen kommen, und ich antworte, er wird jene mikroskopischen Lebewesen immer in hinreichender Zahl finden, um meine Prinzipien zu erhärten. Wenn er, indem er sich an diese Bedingungen hält, bei Öffnung seiner Gefässe, nachdem er ihnen die nötige Zeit zur Erzeugung dieser Körper gelassen hat, nichts Lebendes noch irgend ein Lebenszeichen findet, so gebe ich meine Lehre auf und verzichte auf meine Ansichten. Das ist, glaube ich, alles, was ein einsichtsvoller Gegner von mir fordern kann.»

Als Ergebnis seiner erneuten Versuche teilt dann *Spallanzani* mit (Opuscules, Bd. I, Kap. 3, S. 39): «Halbstündiges Aufkochen war für das Entstehen von Aufgusstierchen der niedrigsten Ordnung kein Hindernis . . . aber das Kochen drei Viertelstunden lang oder ein wenig kürzere Zeit hatte die Macht, die sechs Aufgüsse der Infusorien vollständig zu berauben.» Zu einer Entscheidung kam dieser Streit nicht. Die Frage der Bedeutung der atmosphärischen Luft und ihrer eventuellen Veränderung durch das Kochen für Entstehen und Leben der Aufgusstierchen blieb ungelöst, und so konnte *Needham*, wie *Pasteur* bemerkt, «mit vollem Recht . . . seine Lehre nicht fallen lassen.» *Spallanzani* dagegen beharrte auf der Meinung, durch sein Verfahren würden nur die präexistenten Keime in den Flaschen abgetötet, während *Needham* nicht gründlich genug dafür gesorgt habe.

Priestley entdeckte 1774 den Sauerstoff, *Lavoisier* fand 1777, dass das Leben von einer ununterbrochenen Kette von Oxydationen begleitet sei. Als nun *Gay-Lussac* die Luft in den nach *Spallanzanis* Verfahren hergestellten *Appert*schen Konserven analysierte, fand er, «dass sie keinen Sauerstoff mehr enthält, und dass die Abwesenheit dieses Gases natürlich eine notwendige Bedingung für die Erhaltung animalischer und pflanzlicher Substanzen ist.» (zit. nach *Pasteur* 1862).

Damit waren also die Befürchtungen *Needhams* über eine einschneidende Veränderung der Luft bei *Spallanzanis* Verfahren bestätigt.

(In derselben Abhandlung *Gay-Lussacs* teilt er folgenden Versuch mit: «Ich nahm Kuhmilch und setzte sie täglich der Kochtemperatur von mit Salz gesättigtem Wasser aus. (109° C.) Zwei Monate später war sie noch vollständig erhalten».)

Theodor Schwann veröffentlichte nun im Februar 1837 die fol-

genden Tatsachen: Er hatte einen Aufguss von Muskelfleisch in einen Glasballon gebracht, dessen Hals mit einem doppelt durchbohrten Stopfen verschlossen war. Durch diesen Stopfen liess er knieförmig gebogene und gekrümmte Röhren gehen, deren Krümmungen in Bäder mit geschmolzenen Legierungen tauchten, die auf einer dem Siedepunkt des Quecksilbers nahegelegenen Temperatur gehalten wurden. Die Luft wurde mit Hilfe eines Aspirators erneuert. Es war dafür gesorgt, dass die Luft nach der Erhitzung wieder in den Röhren erkaltete, bevor sie in den Ballon eintrat. In dem abgekochten und so behandelten Fleischaufguss fand keine Veränderung statt, Lebewesen waren nicht zu entdecken.

Es war also die Erhaltung der Konserven nicht der Abwesenheit des Sauerstoffs geschuldet, wie *Gay-Lussac* gemeint hatte. Erhielt so *Schwann* bei seinen die Fäulnis betreffenden Versuchen eindeutige Resultate, so war das bei seinen Gärungsexperimenten nicht der Fall:

Er füllte vier Flaschen mit einer Rohrzuckerlösung, die mit Bierhefe gemischt war, verschloss sie gut, brachte sie in kochendes Wasser und stellte sie darauf umgekehrt in die Quecksilberwanne. Nach dem Erkalten liess er zu zweien gewöhnliche, zu den beiden andern geglühte Luft hinzutreten. — Zunächst zeigte sich Gärung nur in den Flaschen, die gewöhnliche Luft erhalten hatten; in den andern blieb sie aus, auch nach zwei Monaten noch war keine Veränderung zu bemerken. Wiederholungen dieser Versuche brachten jedoch zunächst unerklärliche Widersprüche: bald zeigte sich in keiner der Flaschen Gärung (z. B. nach zu langem Verweilen in kochendem Wasser), bald gärte die Flüssigkeit auch in den Flaschen, denen geglühte Luft zugeführt worden war.

Schwann schlussfolgerte aus seinen Versuchen: «Bei der alkoholischen Gärung wie bei der Fäulnis ist es nicht der Sauerstoff, wenigstens nicht der Sauerstoff der atmosphärischen Luft allein, welcher sie verursacht, sondern ein in der gewöhnlichen Luft enthaltenes und durch die Wärme zerstörbares Prinzip.»

Im selben Jahre 1837 stellten übrigens *Schwann* und *Cagniard de Latour* unabhängig von einander fest, dass die Hefe der alkoholischen Gärungen aus einzelligen Lebewesen — Sprosspilzen — besteht.

Ure und *Helmholtz* bestätigten *Schwanns* Ergebnisse 1840 und 1844 durch analoge Versuche.

Franz Ferdinand Schulze liess die Luft, anstatt sie zu glühen, durch konzentrierte Schwefelsäure ein- und durch konzentrierte Kalilauge austreten. Es zeigten sich keine Organismen in den so behandelten *Appert*schen *Konserven*, wohl aber in einem daneben stehenden offenen Gefäss mit denselben Stoffen.

H. Schroeder und *Th. von Dusch* trafen dann 1854 eine Versuchsanordnung, die noch weit mehr als die bisherigen den Einwand *Need-*

hams über eine eventuelle chemische Veränderung der Luft zu entkräften geeignet war.

Francesco Redi hatte durch Überdecken einer feinen Gaze das Auftreten von Larven im faulenden Fleisch verhindert, andre hatten auf die gleiche Weise die Zahl der Infusorien in Aufgüssen stark eingeschränkt. *Baker* hatte aus solchen Versuchen schon 1743 den Schluss gezogen, dass wahrscheinlich «die Eier dieser kleinen Geschöpfe, die weniger wiegen als die Luft, beständig zu Millionen in der Luft sind, und dass eine grosse Zahl von ihnen, indem sie ohne Unterschied nach allen Seiten getrieben werden, an Orten, welche ihrer Natur nicht angemessen sind, umkommen . .» *H. Löwel* hatte 1850, 1851 und 1853 Beobachtungen über übersättigte Natriumsulfat-Lösungen veröffentlicht und festgestellt, dass die gewöhnliche Luft nach Filtration durch Baumwolle ungeeignet wäre, die Kristallisation dieses Salzes zu bewirken.

Schroeder und *Dusch* experimentierten nun auf folgende Weise: Ein Glasballon nimmt die organische Substanz auf. Durch den Stöpsel des Ballons gehen zwei rechtwinklig gebogene Röhren; die eine derselben steht mit einem Wasseraspirator in Verbindung, die andere mit einer weiten Röhre von 1 Zoll Durchmesser und 20 Zoll Länge, die mit Baumwolle angefüllt ist. Nachdem die Verbindungen hergestellt sind, der Hahn des Aspirators geschlossen und die organische Substanz in den Ballon gelegt ist, wird der Inhalt des Ballons zum Kochen gebracht und ausreichend lange auf der Kochtemperatur gehalten, so dass alle Verbindungsröhren durch den Wasserdampf stark erhitzt sind. Dann wird der Hahn des Aspirators geöffnet, den man Tag und Nacht laufen lässt.

Die beiden Forscher führten ihre Versuche mit folgenden Präparaten durch:

1. Fleisch unter Hinzufügung von Wasser
2. Bierwürze
3. Milch
4. Fleisch ohne Wasser

1 und 2 blieben selbst nach Wochen unverändert. Die Milch gerann und verfaulte ebenso rasch wie in gewöhnlicher Luft, das Fleisch ohne Wasser ging rasch in Fäulnis über.

Schroeder und *Dusch* folgerten: «Es scheint sich also aus diesen Experimenten zu ergeben, dass es spontane Zersetzungen organischer Substanzen gibt, welche zum Beginn nur der Gegenwart des Sauerstoffs bedürfen, z. B. die Fäulnis des Fleisches ohne Wasser, die des Kaseins der Milch und die Verwandlung des Milchzuckers in Milchsäure (Milchsäuregärung). Daneben aber würde es andere Fäulnis-

und Gärungserscheinungen geben . . . wie die Fäulnis der Fleischbrühe und die alkoholische Gärung, welche zu ihrem Beginn ausser dem Sauerstoff jener unbekannten Dinge bedürfen, welche der atmosphärischen Luft beigemengt sind, und welche nach den Experimenten *Schwanns* durch die Wärme und nach den unsrigen durch Filtration durch Baumwolle vernichtet werden . . . Da hier noch so viele Fragen übrig bleiben, welche auf dem Wege des Experiments zu entscheiden sind, so nehmen wir davon Abstand, aus unsern Experimenten irgend eine theoretische Schlussfolgerung zu ziehen.»

In einer Abhandlung vom Jahre 1859 «Über Filtration der Luft in Beziehung auf Fäulnis, Gärung und Kristallisation» machte *Schroeder* Mitteilung von neuen organischen Flüssigkeiten, die in filtrierter Luft nicht faulen: Urin, Stärkekleister und die verschiedenen Stoffe der Milch für sich; für den Eidotter hatte er dagegen festgestellt, dass er wie Milch und Fleisch ohne Wasser auch in filtrierter Luft in Fäulnis überginge.

Schroeder wirft die Frage auf: «Muss man diese wirksame Substanz als aus mikroskopischen organisierten Keimen, welche in der Luft ausgestreut sind, bestehend betrachten, oder ist es wohl eine noch unbekannte chemische Substanz?» Er bemerkt, dass die Ergebnisse, die er über Fäulnis und Gärung erhalten habe, denjenigen über die Kristallisation parallel sind: Die durch Baumwolle filtrierte Luft verliert teilweise, aber nur teilweise, für bestimmte organische Stoffe und für bestimmte kristallinische Lösungen ihre Fäulnis und Gärung bezw. Kristallisation bewirkende Kraft.

Pasteur bemerkt (in seiner Arbeit über «Die in der Atmosphäre vorhandenen organisierten Körperchen», der die vorstehenden Angaben grösstenteils entnommen sind) zusammenfassend, dass nur «das Vorhandensein eines unbekannten Prinzips in der atmosphärischen Luft» als Bedingung für das Leben in den Aufgüssen durch die bisherigen Versuche nachgewiesen worden sei. «Diejenigen, welche behaupteten, dass dies Prinzip nichts anderes als Keime wären, hatten zur Stütze ihrer Meinung nicht mehr Beweise, als diejenigen, welche dachten, dass es ein Gas, eine Flüssigkeit, Miasmen usw. sein könnten und welche folglich dazu neigten, an Urzeugung zu glauben.»

F. Pouchet machte nun im Jahre 1858 der Akademie der Wissenschaften Mitteilungen über Versuche mit Aufgüssen, die er teilweise gemeinsam mit *Houzeau* unternommen hatte, welche ihm ein unwiderleglicher Beweis für die heterogene Zeugung zu sein schienen. (Ich werde einen dieser Versuche beschreiben im Verlaufe der Darstellung der Experimente *Pasteurs*). *Pouchet* war korrespondierendes Mitglied der Akademie, seine Experimente fanden starke Beachtung. *Milne Edwards, Payen, de Quatrefages, Claude Bernard* diskutierten die Ergebnisse mit *Pouchet* und schliesslich stellte die Akademie folgende Preisaufgabe auf:

zu versuchen, durch wohlgelungene Experimente neues Licht auf die Frage der *Urzeugung* zu werfen.

Die Kommission *(Geoffrey-Saint-Hilaire, Brongniart, Milne Edwards, Serres,* als Berichterstatter *Flourens)* verlangte «genaue und rigoröse, in allen ihren Umständen gleichmässig studierte Experimente, mit einem Wort solche, aus denen irgendein Resultat abgeleitet werden kann, das frei von aller aus den Experimenten selbst entspringenden Verwirrung ist.» (Sitzung vom 30. Januar 1860)

Louis Pasteur trug seine Versuche, Beobachtungen und Schlussfolgerungen zu dieser Frage der Akademie der Wissenschaften im wesentlichen in den Sitzungen vom 6. Februar, 7. Mai, 3. September und 5. November 1860 vor, über diejenigen, die später das Kapitel II seiner 1862 erschienenen Abhandlung über «Die in der Athmosphäre vorhandenen organisierten Körperchen» darlegte, berichtete er am 19. Mai 1861 der Chemischen Gesellschaft zu Paris (nach der deutschen Ausgabe am 9. Dezember 1859).

Seine Arbeiten zur Frage der Urzeugung, die in Band II der seit 1922 erscheinenden Gesamtausgabe seiner Schriften zusammengefasst sind, gelten ziemlich allgemein als die endgültige Widerlegung der Behauptungen und Theorien über das spontane Entstehen einzelliger Lebewesen aus unbelebter Substanz. (Siehe z. B. Encyclopädia Britannica, 14th Ed. / Art. «Abiogenesis»; Handbuch der pathogenen Mikroorganismen, 3. Aufl. Bd. I/1, S. 12—14 (1929); Handwörterbuch der Naturwissenschaften, II. Aufl., Bd. X (1935), Art. «Urzeugung»). Sie müssen daher hier ausführlicher besprochen werden.

Pasteur war durch seine Studien über die molekulare Dissymmetrie der organischen (protoplasmatischen) Substanzen zu Untersuchungen über Gärungserscheinungen gekommen. Er fand dabei — im Gegensatz zu den meisten andern Forschern, besonders zu *Justus von Liebig* — «dass alle eigentlichen Gärungen, die visköse, die Milchsäure-, Buttersäure-, Weinsäure- und Äpfelsäuregärung und die Gärung der Harnstoffe . . . in Wechselbeziehung zu der Gegenwart und der Vermehrung organisierter Wesen stehen.»

Waren aber die Gärungserreger Lebewesen, so erhob sich die Frage nach ihrem Ursprung. Hier war, so sagte sich *Pasteur,* «von zwei Dingen nur das eine möglich: da die Fermente der eigentlichen Gärungen organisiert sind, so sind die Fermente durch Urzeugung entstanden, wenn der Sauerstoff allein, als Sauerstoff, sie durch seine Berührung mit stickstoffhaltigen Substanzen hervorruft; wenn diese Fermente nicht durch Urzeugung entstandene Wesen sind, so greift der Sauerstoff in ihre Bildung nicht ein, insofern er nur Sauerstoff ist, sondern als Reizmittel für einen Keim, der zu gleicher Zeit mit ihm herbeigeführt worden ist oder in den stickstoffhaltigen oder gärfähigen Stoffen vorhanden war.» Und er fährt fort: «An dem Punkte, wo ich mich mit meinen Studien über die Gärung befand, musste ich mir also

eine Meinung über die Frage der Urzeugung bilden. Vielleicht werde ich in derselben eine mächtige Waffe zugunsten meiner Ideen über die eigentlichen Gärungen finden.»

Pasteur begann mit einer mikroskopischen Prüfung der in der atmosphärischen Luft zerstreuten festen Teilchen. Die Anhänger der Urzeugungslehre, namentlich *Pouchet*, hatten behauptet, dass man «im Staube zuweilen einigen Eiern von Mikrozoen» begegne, aber dass das eine Ausnahme sei. Man habe fälschlich Stärke- oder Kieselerdekörnchen, die sich in grosser Zahl regelmässig im Staube fänden, für Mikrozoeneier gehalten.

Pasteur vermutete nun, dass *Pouchet* und andere dadurch irregeführt worden seien, dass sie nur ruhenden Staub untersucht hätten, der ja vorzugsweise aus den schwereren mineralischen Teilchen bestände.

Um den freischwebenden Staub der Luft untersuchen zu können, liess *Pasteur* nun durch einen Aspirator Luft von der Strasse oder von einem Garten her durch ein Rohr ansaugen, in dem sich ein Pfropf löslicher Schiessbaumwolle befand. Er führte diese Filtration während verschiedener Jahreszeiten, bei verschiedenen Temperaturen und verschiedenen Witterungsverhältnissen 1 bis 2 volle Tage lang durch. Dann löste er den Baumwollpfropf in einem Äther-Alkohol-Gemisch auf und liess während eines Tages absetzen. Der Staub sammelte sich auf dem Boden der Glasröhre an, und er wusch ihn durch 5 bis 6 maliges Dekantieren in Abständen von 12 bis 20 Stunden aus. Darauf wurde der Staub auf einem Uhrglas gesammelt, der Rest der ihn benetzenden Flüssigkeit verdampfte rasch und der mit etwas Wasser angerührte Staub konnte unter dem Mikroskop geprüft werden.

Pasteur fand im so gesammelten und präparierten Staub «beständig eine wechselnde Zahl Körperchen . . , deren Gestalt und Bau anzeigt, dass sie organisiert sind» in einer Grösse «von den kleinsten Durchmessern an bis auf 1/100 oder 1,5/100 oder mehr Millimeter. Die einen sind vollkommen kugelrund, die andern oval. Ihre Umrisse treten mehr oder weniger klar hervor. Viele sind vollständig durchscheinend, aber es kommen auch undurchsichtige mit Körnern im Innern vor. Die durchscheinenden mit deutlichen Umrissen gleichen dermassen den gemeinsten Schimmelsporen, dass der geschickteste Mikrograph keinen Unterschied sehen würde. Das ist alles, was man darüber sagen kann, ebenso wie man nur behaupten kann, dass unter den übrigen solche vorkommen, welche kugelförmigen und incystierten Infusorien und im Allgemeinen jenen Kügelchen gleichen, die man als die Eier dieser kleinen Wesen betrachtet . .»

Die ständige Beimengung von Stärkekörnern stellte *Pasteur* durch die Jodprobe fest. Er entfernte sie und die Partikelchen kohlensauren

Kalks dadurch, dass er den Staub mit Schwefelsäure anrührte (die die Schimmelsporen nicht löst).

Die Vergrösserung, die er verwandte, gibt *Pasteur* nicht in Zahlen an, nach dem beigegebenen Masstab muss sie etwa 200:1 betragen haben.

Danach ging *Pasteur* zu Versuchen über die von *Schwann* behauptete, von *Pouchet, Mantegazza, Joly* und *Musset* bestrittene *Unwirksamkeit der geglühten Luft* über.

Er brachte in einen Ballon von 250 bis 300 ccm Rauminhalt 100 bis 150 ccm eines zucker- und eiweisshaltigen Wassers folgender Zusammensetzung: 100 Teile Wasser, 10 Teile Zucker, 0,2 bis 0,7 Teile eiweissartige und mineralische Stoffe aus Bierhefe.

Der schlanke Hals des Ballons stand mit einer glühenden Platinröhre in Verbindung. Die Flüssigkeit im Ballon wurde 2 oder 3 Minuten lang gekocht und dann vollständig erkalten lassen. Der Ballon füllte sich mit gewöhnlicher Luft von Atmosphärendruck, die aber vorher die rotglühende Platinröhre hatte passieren müssen. Dann wurde der Hals des Ballons vor der Lampe geschlossen.

Dies Experiment wiederholte *Pasteur* mehr als 50 Mal, die verschlossenen Ballons bewahrte er bis zu 18 Monaten im Trockenkasten bei einer Temperatur von 25 bis 35° C auf. In keinem Fall zeigte sich auch nur eine Spur organischer Bildungen in der Flüssigkeit.

Wohl aber zeigten sich solche Veränderungen bei entsprechenden *Versuchen in der Quecksilberwanne.*

Pasteur brachte in 5 Ballons von 250 ccm Rauminhalt je 80 ccm sehr klaren Wassers der Bierhefe, das pro Liter 100 g Zucker und 3 g stickstoffhaltige und mineralische Stoffe enthielt, die den löslichen Bestandteilen der Hefe entstammten. Er zog den Hals des Ballons vor der Lampe zu einer feinen Spitze aus, kochte 2 bis 4 Minuten und verschloss während des Kochens die Spitze des Ballonhalses vor dem Lötrohr. Diese Ballons wurden umgekehrt in die Quecksilberwanne gestellt, ihre Spitzen auf dem Grunde der Wanne abgebrochen. In den ersten leitete er ca. 70 ccm Sauerstoff, der aus chlorsaurem Kali dargestellt worden und durch eine rotglühende Porzellanröhre geleitet worden war. Dem zweiten führte er 50 ccm elektrolytisch gewonnenen Sauerstoff zu. In den dritten und vierten liess er 50 bis 60 ccm gewöhnlicher Luft gelangen, die eine rotglühende Porzellanröhre passiert hatte. Schliesslich brachte er in den 5. Ballon 50 ccm nicht erhitzter gewöhnlicher Luft. Darauf brachte er die fünf Ballons, umgestürzt auf Quecksilber in Gläsern mit Fuss, in einen Trockenschrank, bei der konstanten Temperatur von 25 bis 30°.

Nach 4 Tagen zeigten sich Organismen in allen 5 Ballons, Torulaceen im ersten, Schimmelrasen in 3, 4, 5; der zweite fiel in der Nacht vom 6. zum 7. Tage um, weil er sich infolge von Gärung mit Gas ge-

füllt hatte, eine mikroskopische Prüfung der im Glase zurückgebliebenen Flüssigkeitsmengen liess Kügelchen von Bierhefe erkennen.

Die gleichen Versuche führte *Pasteur* mit Urin, Milch und mit zucker- und eiweisshaltigem Wasser durch, dem kohlensaurer Kalk zugesetzt war. Bei den beiden letzteren, schwach alkalischen Flüssigkeiten war eine Temperatur von etwa 110° erforderlich, um sie organismenfrei zu halten. Regelmässig aber bildeten sich Organismen, wenn man wie bei dem angeführten Hefewasser-Versuch mit Quecksilber operierte.

Wurde das Quecksilber aber vor Ausführung der beschriebenen Manipulationen erhitzt, so blieben die Flüssigkeiten steril. Liess man andererseits in einen Ballon, dessen Inhalt nach der ersten Methode, ohne Quecksilber, behandelt und unverändert geblieben war, einige Tropfen Quecksilber eintreten, so traten regelmässig Bakterienkulturen auf.

Pasteur schloss daraus, dass das gewöhnliche Quecksilber der Wannen erstens immer staub- und damit keimhaltig wäre und dass zweitens bei Manipulationen unter Quecksilber regelmässig und unvermeidlich Staub (Keime) mit eingeschleppt würden. In Konsequenz dessen sprach er allen Versuchen, die in der Quecksilberwanne ausgeführt waren, die Beweiskraft für Behauptungen stattgefundener Urzeugung ab, wie z. B. folgendem Experiment *Pouchets:*

«Ein Ballon von einem Liter Rauminhalt wurde mit kochendem Wasser gefüllt und, unmittelbar nachdem er mit der grössten Vorsicht hermetisch verschlossen worden war, umgekehrt in die Quecksilberwanne gebracht. Als das Wasser völlig erkaltet war, wurde der Ballon unter dem Metall geöffnet und ein halber Liter reinen Sauerstoffs eingeführt . . . Gleich anschliessend wurde unter dem Quecksilber ein kleines Bündel Heu (10 g) in einem verstöpselten Flacon eingeführt, das aus einem auf 100° erhitzten Trockenofen kam, in dem es 30 Minuten lang gewesen war.»

Nach acht Tagen hatte sich in dem Infus eine Schimmelkultur entwickelt.

Der Sauerstoff war aus einer chemischen Verbindung gewonnen worden, das Wasser war gekocht, das Heu auf 100° und auf einige Einwände hin sogar auf 200 und 300°, ja bis zum Verkohlen erhitzt worden.

Pasteur entgegnete, das alles wäre ausgezeichnet, doch die Fehlerquelle läge im Benutzen des Quecksilbers. Solche Versuche dürften eben nicht unter Quecksilber ausgeführt werden. (Siehe: Oeuvres de Pasteur, t. II, p. 336/7)

Zur Bekräftigung seiner Behauptungen führte *Pasteur* auf einem der «Wissenschaftlichen Abende der Sorbonne», am 7. April 1864 in einem Vortrag über Urzeugung folgende Demonstration aus: Er bestreute die Oberfläche von Quecksilber, das sich in einem 1 Meter

tiefen Gefäss befand, mit Staub, so dass die Oberfläche völlig grau und glanzlos erschien. Dann tauchte er einen Glasstab hinein. Da Quecksilber Glas nicht benetzt, entstand zwischen ihm und dem Glasstab ein Zwischenraum, in den die ganze Staubschicht mit hineingezogen wurde. Die Quecksilberoberfläche erschien wieder metallisch glänzend: «Der gesamte Staub ist im Innern, im unteren Teil der Wanne, und die Oberfläche bedeckt sich von neuem mit Staub, wenn ich den Glasstab zurückziehe». (a. a. O., S. 339)

Weitere Versuche *Pasteurs* bestanden in der *Aussaat von aus der Luft aufgefangenem Staub in sterile Aufgüsse.* Er nahm einen seiner Ballons, der einige Monate mit unverändertem Inhalt (zuckerhaltiges Hefewasser und geglühte Luft) bei 25—30° im Wärmschrank gestanden hatte, verband seine Spitze durch einen festangeschnürten Kautschukschlauch mit einem weiten Glasrohr, in dem ein engeres, an beiden Enden offenes Glasröhrchen lag, das einen mit Staub beladenen Baumwollpfropf umschloss. Ein T-Rohr mit drei Hähnen stand mit diesem weiten Glasrohr, mit einem Platinrohr, das durch einen Gasofen ging und mit einer Luftpumpe in Verbindung. Das Platinrohr wurde auf Rotglut gebracht, der Hahn zum T-Rohr geschlossen, der Raum bis zur noch geschlossenen Ballonspitze wurde evakuiert und dann wurde in ihn die Luft durch das glühende Platinrohr eingelassen. Nach 10—12maliger Wiederholung dieser Prozedur hielt *Pasteur* die Baumwolle für genügend bis in die kleinsten Zwischenräume mit geglühter Luft erfüllt, ohne dass sie ihren Staub verloren hätte. Er brach die Spitze des Ballons durch den Gummischlauch hindurch ab, liess das Röhrchen mit dem Baumwollbausch in den Ballon gleiten und verschloss die Spitze wieder über der Flamme.

Der Ballon wurde in den Wärmschrank zurückgestellt: das Ergebnis war bei allen Versuchen dieser Art, dass sich nach höchstens 48 Stunden Schimmel-, Torulaceen- und Bakterienkulturen entwikkelten.

Um Einwänden wegen der organischen Natur der Baumwolle zu begegnen, wiederholte Pasteur die gleichen Versuche mit Asbestpfropfen. Staubbeladene ergaben Kulturen, geglühte ohne Staub keine, staubbeladene und nachher geglühte keine Kulturen.

Pasteur weist darauf hin, dass die so entstandenen Gebilde dieselben seien, die sich in den freier Luft ausgesetzten Aufgüssen zu zeigen pflegten, dass hier wie dort die zuerst und am kräftigsten auftretenden Arten die späteren oder schwächeren hinderten bzw. verdrängten, dass aber in den besäten Aufgüssen, die sonst gärungsfähig sind, sich bei seinem Verfahren niemals *Gärung* zeigte.

(Anmerkung: In seinen «Studien über das Bier» stellt *Pasteur* fest: «Verschafft man ihr (der Bierhefe) eine so grosse Menge freien Sauerstoffs, wie ihr Leben, ihre Ernährung, die Atmungs-Verbrennungen erfordern, mit andern Worten, lässt man sie auf die Art aller

eigentlichen Schimmelarten leben, so hört sie auf, Ferment zu sein; das heisst, dass das Verhältnis des Gewichts der Pflanze zum Gewicht des Zuckers, der ihr hauptsächlicher kohlenstoffhaltiger Nährstoff ist, von gleicher Art wie für die Schimmelgewächse ist. Geht man nun im Gegenteil dazu über, jeden Einfluss der Luft auf die Hefe auszuschliessen, lässt man sie sich in einem zuckerhaltigen Milieu entwickeln, aus dem der freie Sauerstoff entfernt ist, so vermehrt sie sich, wie wenn die Luft anwesend wäre, wenngleich weniger aktiv, und dann tritt ihr Fermentcharakter am schärfsten hervor . .» — Oeuvres, t. V, p. 203/4)

Als «eine andere, sehr einfache Methode, um zu zeigen, dass alle organisierten Gebilde der Aufgüsse, welche vorher erhitzt wurden, ihr Entstehen den Körperchen verdanken, welche in der atmosphärischen Luft suspendiert sind», gibt *Pasteur das Abkochen leicht veränderlicher Flüssigkeiten* (Wasser der Bierhefe, zuckerhaltiges Bierhefenwasser, Urin, Rübensaft, Pfefferwasser) *in Glasballons mit mehrfach gekrümmtem und gewundenem Hals an.* Er liess die Flüssigkeiten einige Minuten kochen, bis der Dampf aus dem Ende des Halses reichlich ausströmte. Danach liess er erkalten. Die Flüssigkeiten zeigten «keine andere Veränderung als diejenige, welche in gewissen Fällen eine direkte rein chemische Oxydation des Stoffes herbeiführt.» *Pasteur* erklärt sich diese Erscheinung dadurch, dass die zunächst mit Gewalt eindringende Aussenluft zwar Keime bis zum Infus mitreissen könne, die aber würden von der noch fast kochend heissen Flüssigkeit getötet; «wenn die Flüssigkeit kalt genug geworden ist, um den Keimen ihre Lebensfähigkeit nicht mehr nehmen zu können, ist das Eindringen der Luft verlangsamt genug, so dass sie in den feuchten Krümmungen des Halses allen Staub zurücklässt . .» Bei Milch gelingt dieser Versuch nach *Pasteur* auch, wenn man nur Milch auf etwas *über 100° unter Druck* erhitzt und während des Erkaltens *geglühte Luft* eindringen lässt. Alle solchen sterilisierten Flüssigkeiten waren später durch Eindringenlassen oder Einführen von Staub aus der Luft infizierbar.

Pouchet wandte gegen *Pasteurs* Behauptungen über die Häufigkeit von Keimen im Staub ein, dass ja die Luft in diesem Falle von organischer Materie überfüllt sein müsse, diese müsste ja in ihr dann einen dichten Nebel bilden. *Pasteur* antwortete ihm, dass erstens die Mannigfaltigkeit der Bakterienarten wahrscheinlich grösser erschiene, als sie wirklich wäre, dass er zweitens aber durchaus nicht behauptet habe und behaupten wolle, dass die Luft überall und zu jeder Zeit reich an Keimen sei.

Er kochte fäulnisfähige Flüssigkeiten in Ballons mit ausgezogenem Hals und verschloss das Ende des Halses während des Kochens über der Lampe. Nach dem Erkalten brach er die Spitzen ab, so

dass die Luft stürmisch eindrang. Dann verschloss er die Ballons wieder vor der Flamme und stellte sie bei 25—30° in den Wärmschrank.

Meistens trat bei diesen Versuchen in sehr wenigen Tagen eine Veränderung der Flüssigkeit ein. Die Mikrobenvegetation war dabei im allgemeinen mannigfaltiger als in Fällen, wo dieselben Flüssigkeiten frei der Einwirkung der gewöhnlichen Luft ausgesetzt waren. Häufig jedoch — mehrere Male in jeder Versuchsreihe — blieb die Flüssigkeit völlig unverändert.

Pasteur zieht aus diesen Versuchen folgende Schlüsse: «Die Keime, welche in geringer Zahl in einem begrenzten Luftvolumen vorhanden sind, werden in ihrer Entwicklung nicht durch zahlreichere Keime oder durch Keime vorzeitigerer Fruchtbarkeit, die fähig sind, das Gebiet zu befallen, indem sie dort nur Raum für sich selbst übrig lassen, gestört. So zeigt sich nur Penicillium glaucum, dessen Sporen lebenskräftig und sehr verbreitet sind, nach Verlauf von wenigen Tagen in den nicht eingeschlossenen Flüssigkeiten, welche dagegen sehr verschiedene Gebilde aufweisen, wenn man sie der Einwirkung begrenzter Luftquantitäten unterwirft.»

Zweitens aber zeigten ihm diese Versuche, «dass es immer möglich ist, von einem gegebenen Ort in einem gegebenen Augenblick ein beträchtliches Volumen gewöhnlicher Luft wegzunehmen, welche keinerlei, weder physikalische noch chemische, Veränderung erlitten hat und nichtsdestoweniger vollständig ungeeignet ist, in einer Flüssigkeit, welche sich sehr schnell und beharrlich bei freier Berührung mit Luft ändert, Infusorien oder Mucedineen (Schimmel) hervorzurufen.»

Diese letztere Behauptung stützte *Pasteur* durch eine Reihe von Versuchen nach der eben genannten Methode (Öffnen und Wiederverschliessen von während des Kochens zugeschmolzenen Ballons) unter verschiedenen Witterungsbedingungen, in verschiedenen Höhen, in Zimmer- (Laboratoriums-) und in ruhiger Luft:

1) Zwei Ballons wurden auf einer Terrasse, einige Meter über dem Boden, *gleich nach einem leichten Regen von sehr kurzer Dauer* geöffnet und bald darauf wieder verschlossen. Der erste, der Hefewasser enthielt, zeigte nach 8 Tagen einen kleinen Schimmelrasen, der zweite, mit zuckerhaltigem Hefewasser, schon nach zweien.
2) Vier Ballons (Inhalt nicht angegeben) auf derselben Terrasse *nach einem heftigen Regenguss mit sehr grossen Tropfen* geöffnet, brachten folgende Ergebnisse: Zwei Ballons zeigten nach 8 bzw. 9 Tagen kleine Schimmelrasen auf sehr klarer Flüssigkeit, die beiden andern blieben unverändert (die Beobachtung wurde bis ins Jahr 1861 fortgesetzt).
3) Von 6 *in einem Zimmer des Pasteurschen Laboratoriums* geöff-

neten Ballons voll Hefewasser blieben 4 völlig klar, ohne die geringste Spur organisierter Gebilde (Versuch am 20.7.1860, letztes bei P. mitgeteiltes Beobachtungsdatum April 1861). Die beiden andern lieferten nach 2 bzw. 11 Tagen organisierte Gebilde, der eine Infusorien und Torulaceen, der andere eine seidenglänzende Myceliumkugel.

4) 10 Ballons mit Bierhefenwasser wurden am 14. August 1860 *in den Kellern der Sternwarte* geöffnet, elf derselben Art am gleichen Tage *auf dem Hofe der Sternwarte, 50 cm über dem Boden, bei leichtem Wind.* Die im Keller geöffneten und wieder verschlossenen blieben unverändert, die vom Hofe lieferten Infusorien, Bakterien, Algen usw., ebenso wie die andern mit begrenzten Mengen gewöhnlicher staubhaltiger Luft in Berührung gebrachten Aufgüsse.

5) Der Einwirkung begrenzter Luftmengen aus verschiedenen Höhen schliesslich wurden 73 Ballons ausgesetzt. 20 erhielten Luft vom platten Lande, ziemlich weit von jeder Behausung. In 8 davon zeigten sich im Inhalt (Bierhefenwasser) organisierte Gebilde.

Bei den 20 in 850 Meter Höhe geöffneten war das Verhältnis von veränderten zu unveränderten Aufgüssen 5 zu 15. Von den 20 in 2000 Meter Höhe, auf dem Montauvert nahe dem Mer de Glace, bei ziemlich starkem Wind vom Bois-Gletscher her, geöffneten Ballons zeigte ein einziger Veränderung (eine Mucedinee).

Pasteur beschreibt seine Vorsichtsmassregeln bei diesen Versuchen wie folgt: «Zuerst erhitze ich ziemlich stark den Hals des Ballons und seine ausgezogene Spitze in der Flamme einer Spirituslampe, darauf mache ich einen Schnitt in das Glas mit Hilfe eines Stahlmessers, alsdann breche ich, indem ich den Ballon über meinen Kopf in entgegengesetzter Richtung zum Winde erhebe, die Spitze mit einer Eisenzange ab, deren lange Schenkel soeben die Flamme passiert haben, um den Staub, welcher an ihrer Oberfläche vorhanden sein könnte und welcher teilweise unfehlbar durch das ungestüme Eindringen der Luft in den Ballon gejagt werden würde, zu verbrennen.»

Bei einem ersten Versuch auf dem Bois-Gletscher gelang es *Pasteur* übrigens nicht, die Spitzen der geöffneten 13 Ballons wieder zuzuschmelzen, da ihn das sonnbeschienene Eis blendete. Er trug sie unverschlossen in die kleine Herberge auf dem Montauvert zurück, liess sie die Nacht über offen in seinem Schlafzimmer stehen und schloss sie erst am folgenden Mittag. Von diesen 13 Ballons entwickelten 10 Infusorien oder Schimmel in ihrem Inhalt.

Pasteur fand also in diesen Versuchen eine neue Bestätigung für den «Grundsatz, dass die erste Bedingung für das Erscheinen lebender Wesen in den Aufgüssen oder in den gärfähigen Flüssigkeiten nicht in der Luft, als Fluidum betrachtet, liegt, sondern dass sie sich

in derselben hier und dort findet an Stellen, die zahlreiche und mannigfaltige Kontinuitätstrennungen aufweisen, wie sich das in der Hypothese der Aussaat von Keimen voraussehen lässt.»

Einen weiteren Beweis für «das Vorhandensein von Sporen der Mucedineen unter den organisierten Körperchen, welche das Mikroskop so leicht in dem in der gewöhnlichen Luft suspendierten Staub zu erkennen gestattet» fand *Pasteur* durch «*Vergleichende Untersuchungen über die Wirkung der Temperatur auf die Fruchtbarkeit der Sporen der Mucedineen und der in der Atmosphäre suspendierten Keime*». *Spallanzani* hatte, angeregt durch eine Mitteilung *Duhamels* über erhaltene Keimfähigkeit von auf 110° erhitzten Weizenkörnern, Hitzeresistenzversuche an Samen höherer Pflanzen und Schimmelpilzsporen ausgeführt. Er hatte «die kleinen Körner, die von den Köpfen der reifen Schimmelpilze abfallen», welche schon *Michelli* als Samen dieser Pflanze betrachtet hatte, in Wasser gekocht und dieses Wasser über Substanzen gegossen, die leicht schimmelig werden. Der Schimmel trieb viel dichter als auf den gleichen Substanzen ohne diese Befeuchtung. Weiter aber berichtete *Spallanzani* (Sur l'origine des petites plantes des moisisures, Bd. II der «Opuscules»): «Dasselbe habe ich mit Staub ausgeführt, welcher einem sehr viel stärkeren Feuer ausgesetzt war, als demjenigen eines glühenden Kohlenhaufens, und ich habe gefunden, dass diese Hitze die Samenkörner nicht der Reproduktionsfähigkeit beraubt.» Diese, wenn auch sehr unbestimmten Angaben, sowie die Mitteilung *Payens*, dass die Sporen von Oidium aurantiacum auch nach Erwärmung auf 120° noch entwicklungsfähig seien und schliesslich seine eignen Feststellungen über den höheren Hitzegrad, der zur Sterilisierung (schwach) alkalischer Flüssigkeiten erforderlich sei, führten *Pasteur* zu folgender Versuchsanordnung:

Ein Stück Asbest, das kurz zuvor stark erhitzt worden war, liess er zwischen die kleinen Köpfe des zu untersuchenden Schimmels gleiten, ein andres, ebenso sterilisiertes, liess er nach der bereits berichteten Methode sich mit Staub aus der Luft bedecken. Danach wurde das Asbeststück (oder auch der — sterilisierte — Baumwollpfropf) in ein kleines, an beiden Enden offenes Glasröhrchen gesteckt, das dann in ein vorher durch Hitze sterilisiertes, weiteres U-Rohr, in dem es frei gleiten konnte, eingebracht wurde. Die weitere Apparatur unterschied sich von der für die früheren Aussaatversuche verwendeten nur durch die Einfügung eines mit schwefelsäurehaltigem Bimstein gefüllten Trockenrohres zwischen Platinröhre und U-Rohr. Das ganze Röhrensystem wurde in der schon beschriebenen Weise evakuiert und mit geglühter Luft gefüllt, das U-Rohr in einem Öl-, Wasser- oder Salzwasserbad einige Zeit lang auf Temperaturen von 100 bis 132° erhitzt und schliesslich wurde das Glasröhrchen mit dem sporen- oder staubbeladenen Propf in der schon erwähnten Weise in den Ballon mit sterilem Aufguss gebracht.

Pasteur berichtet folgende Ergebnisse:

1) Aus Luftstaub aus einem Baumwollpfropf, nach einstündigem Wasserbad bei 100° in einen Ballon mit Hefewasser und geglühter Luft eingebracht, entsteht nach dreieinhalb Tagen auf den Wänden des Ballons «eine Art staubartigen Niederschlages, der in den folgenden Tagen schnell die Oberfläche der Flüssigkeit befällt. Es ist eine ungefärbte Mucorinee in einem ein wenig körnigen Häutchen, in kleinen unordentlich kreisförmigen Haufen.» Nach weitern fünf Tagen hört alle Entwicklung auf, das Häutchen fällt in Fetzen auf den Grund des Gefässes. Nach etwa 20 weiteren Tagen wurde der Ballon geöffnet. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass die Mucorinee, «wie im Allgemeinen alle Mucorineen» aus Granulationen gebildet war, die hier aber verhältnismässig voluminös waren. Ihr Durchmesser betrug 0,002 mm. Daneben fanden sich einige sehr zarte, kaum sichtbare Vibrionen, die keine Bewegung mehr hatten.
2) Luftstaub nach viertelstündiger Erhitzung in kochendem Wasserbad liess nach 2 Tagen auf der Oberfläche von steriler Milch (die 53 Tage unverändert geblieben war) eine durchscheinende Serumschicht erscheinen. In den nächsten zwei Tagen sammelte sich ein gelblicher, käsiger Absatz auf dem Boden des Gefässes. Gasentwicklung trat nicht auf. Die mikroskopische Untersuchung zeigte zwei sehr deutlich unterschiedene Bakterienarten in grosser Zahl. «Die einen sind fadenförmige, sehr bewegliche Vibrionen, welche schnell dahingleiten, indem sie die hintere Hälfte ihres Körpers in lebhaft zitternde Bewegung versetzen. Sie haben eine Länge von 0,006 bis 0,009 mm und eine Breite von 0,0007 mm. Die andern sind kurz, sehr viel breiter, ein wenig eingeschnürt und oft zu Ketten von zwei und drei Gliedern vereinigt. Die Länge der Glieder beträgt 0,003 bis 0,004 mm und der Durchmesser 0,002 bis 0,003 mm.»
3) Staub von einem eine halbe Stunde lang im kochenden Wasserbad auf 100° gehaltenen Asbestpfropf ergab in mit Kreide gemischtem zuckerhaltigen Hefewasser nach 2 Tagen «eine sichtbare Trübung mit einem zarten Häutchen auf allen Wänden» und nach zwei weiteren Tagen «milchige Trübung mit runzligen Lappen in der Masse der Flüssigkeit und auf dem Grunde.» Bei Öffnung des Ballons am selben Tage zeigte sich stürmische und heftige Gasentwicklung — Gärung. Das Mikroskop zeigt zwei Vibrionenarten. *Pasteur* meint, dass die Gärung von den grösseren, deren Länge bis zu 0,01 mm und mehr, deren Durchmesser 0,0015 bis 0,002 mm betrug, hervorgerufen worden wäre und dass diese von den kleineren aeroben vom Durchmesser 0,0006 bis 0,0008 mm vor der Berührung mit der Luft geschützt worden seien.

4) Auch im Ölbad eine halbe Stunde lang auf 121° erhitzter Luftstaub (auf Asbest) liess in Hefewasser nach 2 Tagen, in Urin nach 7 Tagen Schimmelmycelien entstehen. Die Entwicklung im Hefewasser ging rasch und kräftig vor sich, im Urin dagegen verlief sie langsam und schwächlich. Nach 11 weiteren Tagen erschien im Urin «ein anderes Mycelium mit schlaffen Hyphen, welches das erstere in wenig Tagen erstickte.» Infusorien zeigten sich bei diesen Versuchen nicht.

5) Luftstaub, der eine halbe Stunde lang im Ölbad auf 129° erhitzt worden war, liess in Hefewasser nicht die geringste Spur organisierter Gebilde entstehen. (Zur Berichtszeit waren 8 Monate seit der Aussaat verstrichen.)

6) Die Versuche mit Penicillium-Sporen ergaben, dass sie auch nach halbstündiger Erhitzung auf 119—121° (Ölbad) keimfähig blieben und gesunde Kulturen ergaben, freilich erst nach dreieinhalb Tagen anstatt nach einem, wie unerhitzte (oder nur bis 100° erhitzte) oder nach zweien, wie auf 108,4° erhitzte Penicillium-Sporen. Halbstündige Ölbad-Erhitzung auf 127—132° dagegen vernichtete die Keimfähigkeit der Sporen von Penicillium glaucum und Ascophora elegans vollständig.

Pasteur bemerkt hierzu, dass er aus auf 120° erhitztem Luftstaub freilich kein Penicillium glaucum erhalten habe.

Schliesslich unternahm *Pasteur* noch eine Reihe von Versuchen, die zeigten, «dass das Auftreten niederer Organismen nicht notwendig die Gegenwart organischer plastischer Substanzen voraussetzt . .». Die Tatsache, dass «alle Experimente über Urzeugung mit Aufgüssen von pflanzlichen oder tierischen Stoffen ausgeführt wurden, mit einem Wort mit Flüssigkeiten, welche Substanzen enthalten, die früher dem Organismus angehörten . .» war von wesentlicher Bedeutung für *Needhams* Theorien, für *Buffons* «System der organischen Moleküle» und für die entsprechenden Auffassungen *Turpins* und *Pouchets* gewesen. *Pasteur* zitiert vor Mitteilung seiner Gegenexperimente entsprechende Ausführungen *Buffons* und *Pouchets* und weist auf die Gemeinsamkeiten hin, die sie sowohl untereinander wie mit Formulierungen von *Turpin, Pineau* und *Laurent* haben.

Demgegenüber zeige er, dass «Bakterien, Vibrionen, Mucedineen usw.» entstehen, wenn man Staub aus der Luft unter den gleichen Bedingungen wie bei den schon aufgezählten Experimenten in wie folgt zusammengesetzte Flüssigkeiten aussät:

Reines Wasser	100
Kristallisierter Zucker	10
Weinsaures Ammonium	0,2—0,5
Geschmolzene Asche von Bierhefe	0,1

oder in dieselbe Flüssigkeit unter Hinzusetzung von 3 bis 5 g reinen kohlensauren Kalks. Im zweiten Fall «treten die nämlichen Erscheinungen auf, aber mit einer ausgesprocheneren Richtung auf die sogenannte Milchsäure-, schleimige und Buttersäure-Gärung».

Zum Vergleich säte *Pasteur* dann Sporen von Penicillium oder irgend einer andern Mucedinee aus. Sie keimten leicht und gesund in Flüssigkeiten, die auf

1 Liter reines Wasser
20 g kristallis. Zucker
0,5 g Bierhefenasche

entweder 2 g doppelt weinsaures Ammonium (ersetzbar durch «ein Salz von Äthylamin») oder 1 g Weinsäure und 1 g salpetersaures Kalium enthielten.

(Ich verzichte hier wie andernorts auf die Angabe näherer Einzelheiten, die *Pasteur* anführt. Über Mikroorganismen, die sich ausschliesslich von anorganischem Material ernähren, liegt ja inzwischen ein sehr grosse Zahl von Arbeiten vor. S.: W. Bavendamms Arbeit über Purpurbakterien in «Ergebnisse der Biologie», Bd. XIII, 1936)

*

Pasteur selbst sagte über seine Experimente in der hier zumeist zitierten Arbeit: «Der ganze Fortschritt meiner Untersuchungen besteht darin, die Anhänger der Lehre von der heterogenen Zeugung in die Enge getrieben zu haben.» Und 1866, vier Jahre später, in einem Vortrag, in dem er die Fehler von Urzeugungsversuchen *A. Donnés* darlegte, führte er aus: «Dennoch beeile ich mich, hier zu wiederholen, was ich oft gesagt habe: Man kann nicht a priori beweisen, dass es keine Urzeugung gibt. Alles was man tun kann, besteht darin, zu zeigen: 1) dass es unbemerkte Fehlerquellen in den Experimenten gibt — 2) dass jedes Auftreten niederer Lebewesen aufhört, wenn man diese Fehlerquellen ausschaltet, ohne an die grundlegenden Bedingungen der Versuche selbst zu rühren.» (s. Oeuvres, II, 354.) Aber er konnte sich auch, wie in dem bereits erwähnten Vortrag vom 7.4.1864, unter Hinweis auf die von ihm ausgeführte Sterilisierung eminent gärungsfähiger Flüssigkeiten zu Ausrufen hinreissen lassen wie: «Niemals wird die Lehre von der Urzeugung sich von dem tödlichen Schlag erholen, den dieser einfache Versuch ihr versetzt». (s. Oeuvres II, 342). Dies war seine eigentliche innere Überzeugung, die noch weiter befestigt wurde durch die Hoffnung, die ihm seine praktischen Erfolge in der Bekämpfung der Krankheiten des Weins, des Bieres, der Seidenwürmer und schliesslich der Tiere und Menschen eingaben und die er in den «Studien über die Krankheit der Seidenwürmer» (Oeuvres, IV) in folgende Worte fasste: «Es steht in der Macht des Menschen, die parasitischen Krankheiten

von der Erde zu vertreiben, wenn, wie das meine Überzeugung ist, die Lehre von der Urzeugung eine Chimäre ist.» (zitiert nach dem «Anhang» zu den «Studien über das Bier» — Oeuvres V, 312).

Dieser praktischen Bedeutsamkeit der Überzeugung «Omne vivum e vivo» *(W. Th. Preyer)* oder «Omnis cellula e cellula» *(Virchow)* stand aber entgegen, dass die Urzeugung — und zwar jetzt verstanden als Entstehung «organismischer», lebender Substanz aus «anorganismischer» (diese Unterscheidungsart stammt von *L. Rhumbler)* — «eine unentbehrliche Hypothese» *(Ernst Haeckel)* der nach dem erneuten Anstoss durch *Darwin* mächtig voranschreitenden Evolutionstheorie war. Wie A. von *Tschermak* («Allgemeine Physiologie», 1924) richtig bemerkt, wurde die Frage freilich auf diese Weise der biologischen Forschung entzogen und zu einer Angelegenheit der Naturphilosophie.

Bevor ich auf diejenigen dieser Hypothesen eingehe, die die meiste Anerkennung gefunden haben, möchte ich jedoch noch eine Reihe von Experimenten und experimentell begründeten Erwägungen zur Frage «Urzeugung oder Präexistenz von Keimen» anführen, die, grösstenteils durch die Untersuchungen *Pasteurs* angeregt, zur schärferen Herausarbeitung des Problems beigetragen haben.

Ferdinand Cohn, der seine ersten Arbeiten über Bakterien schon 1853 veröffentlicht hatte, wurde durch *Pasteurs* (und *Halliers*) Arbeiten zu neuen eingehenden Untersuchungen angeregt, die ihn im Jahre 1876 in den Stand setzten, die erste korrekte Beschreibung der Endosporenbildung bei Bakterien (Bazillen) zu liefern und auf die Frage der Hitzeresistenz dieser «Dauerformen» neues Licht zu werfen. (Vor ihm haben *Petry* (1852) und *Pasteur* (1865) zwar zweifellos Sporen dieser Art gesehen, ihre Entstehung und ihr Auskeimen jedoch nicht näher verfolgt — gleichzeitig mit *Cohn* gelang *Robert Koch* die Beobachtung der Bildung und Keimung von Endosporen beim Milzbrandbazillus.) *Cohn* begann 1870 mit der Herausgabe der «Beiträge zur Biologie der Pflanzen». Band I, Heft 2 bis Band III, Heft 2 (1872—1880) enthalten seine gemeinsam mit *Eduard Eidam, Robert Koch, Dr. Miflet, Benno Mendelsohn* und *F. Neelsen* durchgeführten «Untersuchungen über Bakterien». Ich gebe im folgenden einiges auf unser Thema bezügliches aus diesen Arbeiten wieder.

In der ersten, 1872 erschienenen Arbeit wendet sich *Cohn* gegen die von *Hallier, Nägeli* und anderen vertretene Auffassung vom «Pleomorphismus» niederer Lebewesen — eine Auffassung, die in letzter Zeit durch die Untersuchungen von *Löhnis* wieder Boden gewonnen hat. Bei seinen in diesem Zusammenhang unternommenen Versuchen darüber, «ob Bakterien ausschliesslich aus Keimen sui generis, oder ob sie, wie so vielfach behauptet wird, auch aus Penicillium und andern Pilzen (als Micrococcusschwärmer) hervorgehen können», beobachtete er, wie vor ihm *Burdon Sanderson*, «dass in chemische Lö-

sungen, die im übrigen zur Entwicklung der Bakterien durchaus geeignet sind, selten oder nie Bakterienkeime aus der Luft hineinfallen, auch wenn sie beliebige Zeit offen hingestellt werden, wohl aber Schimmelsporen.»

Zur Urzeugungsfrage direkt äussert sich *Cohn* in dieser Arbeit, nachdem er kurz die Gegenexperimente von *Spallanzani* bis *Pasteur* referiert hat, wie folgt:

«Alle die oben berührten Versuche haben eine dreifache Prämisse, 1) dass im Wasser oder in den tierischen oder pflanzlichen Geweben, welche dabei verwendet werden, Bakterien ursprünglich vorhanden sind oder doch sein können; 2) dass diese Bakterien durch Kochen getötet werden; 3) dass neue Bakterien aus der Luft herabfallen, wenn dies nicht durch Zuschmelzen der Kölbchen, durch Baumwollenpfropfe oder einfach durch Abwärtsbiegen des Kolbenhalses verhindert wird. Gegen alle diese Voraussetzungen lassen sich Bedenken erheben.»

Gegen Punkt 3 führt *Cohn* die schon oben erwähnten Beobachtungen an. Zu Punkt 1 sagt er: «Dass in allen organischen Körpern, z. B. in gekochtem Hühnereiweiss, einem frisch geschälten Samen, dass im Blut oder Fleisch eines frisch getöteten gesunden Tiers bereits Bakterien enthalten sind, widerspricht den oben referierten Versuchen von *Burdon Sanderson*, sicher ist dagegen, dass in allem Wasser Bakterien vorhanden sind, wenn auch oft nur in geringer Zahl und ohne Vermehrung, vielleicht im Ruhe- oder Dauerzellenzustand.» Bei Versuchen zu Punkt 2 hatte er verschiedene Ergebnisse, je nachdem er die Bakterien in einer künstlichen Nährflüssigkeit oder zusammen mit tierischen oder pflanzlichen Geweben erhitzte.

Bakterien, die in künstlicher Nährflüssigkeit (auf 100 Teile A. dest. 1 Teil weinsaures Ammoniak und ca. 1 Teil kohlefreie Hefeaschenbestandteile) erhitzt wurden, starben ausnahmslos bei einstündiger Erwärmung auf 60—62°. Durchaus uneinheitlich waren aber die Ergebnisse, wenn in der Nährlösung tierische oder pflanzliche Gewebe sich befanden (meistens eine vorher in destilliertem Wasser gekochte und dann geschälte Erbse). Hier blieb die Bakterienentwicklung bald schon bei 80° aus (½ Stunde), bald trat sie bei derselben oder noch höherer Temperatur auch bei längerer Exposition rasch und deutlich auf. Die Erklärung hierfür sucht *Cohn* darin, dass in die Gewebe eingedrungene Bakterien in diesen schlechten Wärmeleitern nicht von den hohen Temperaturen der Flüssigkeit erreicht worden seien.

Schon bei diesen Versuchen beobachtete C., dass Bacillus subtilis sich widerstandsfähiger erwies als Bacterium termo. 1873 kam er zu der Überzeugung, dass dem wahrscheinlich die schon von *Petry*, *Trecul* und *Billroth* und schliesslich von ihm selbst angenommene Fähigkeit der Bazillen zur Dauersporenbildung zugrundeliege.

Henry Charlton Bastian hatte 1872 in einem Decoct von weissen Rüben eine kleine Menge Käse gekocht, die Flüssigkeit filtriert und neutralisiert, sie erneut in einem Kolben 10 Minuten lang gekocht und während des Siedens den Kolbenhals zugeschmolzen. Nach 3 Tagen wimmelte die Flüssigkeit von Bakterien. *Cohn* wiederholte diesen Versuch unter extremen Vorsichtsmassregeln. («Ein Kölbchen, dessen Hals in eine dünne offene Spitze ausgezogen, wurde mit destilliertem Wasser gefüllt und auf dem Drahtnetz über einer Gasflamme zum Sieden gebracht; auf demselben Netz stand ein Becherglas mit dem filtrierten Rüben-Käsedecoct; nachdem beide 10 Min. kochend erhalten, wurde das Kölbchen umgekehrt mit der Spitze in die Flüssigkeit im Becherglas getaucht, sodann die Flamme entfernt; der im Kölbchen entwickelte Wasserdampf treibt zunächst den Rest des Wassers in das siedende Decoct; beim allmählichen Abkühlen aber steigt das letztere in das Kölbchen hinein; sobald dieses fast gefüllt, wird es herausgenommen und die Spitze sofort zugeschmolzen.») Er fand *Bastians* Ergebnisse bestätigt. Cohn begnügte sich nicht mit *Burdon Sandersons* Nachweis, dass dieser Erfolg ausbliebe, wenn das Decoct im Papin'schen Topf auf etwas über 100° erhitzt würde. Er beschaffte sich Labmagen aus einer Schweizer Käserei und stellte wässerige Auszüge davon her. Bei der mikroskopischen Untersuchung stellte er fest, dass die frischen Auszüge nur die dünnen, beweglichen Bazillusstäbchen enthielten, die schon andre *(Remak, Wedl)* vor ihm beobachtet hatten, dass aber nach einiger Zeit ein ständig wachsender Teil der Fäden «köpfchenartige Anschwellungen» an dem einen, seltener an beiden Enden zeigte, die mit einem ovalen oder rundlichen, stark lichtbrechenden Körperchen erfüllt waren. Nach diesen und ähnlichen Beobachtungen an Bazillen deutete *Cohn* das Ergebnis des *Bastian*schen *Versuchs* dahin, dass es diese Sporen seien, die nach dem Kochen zu neuen Bazillen auskeimten.

Diese Meinung wird dann zur festen Überzeugung, als es ihm 1875 gelingt, die Endosporenbildung von Bacillus subtilis aus gekochtem Heuaufguss unter dem Mikroskop zu verfolgen.

Ich gebe im Folgenden die Kernsätze aus *Cohns* Schlussfolgerungen aus seinen Beobachtungen wieder (s. «Beiträge zur Biologie der Pflanzen» Bd. 2, S. 266f):

1) In gekochten Flüssigkeiten entwickelt sich nicht Bacterium termo, noch, soviel bis jetzt bekannt, ein anderer mikroskopischer Organismus, mit Ausnahme der Bazillen . . .
2) Wenn sich Bazillen in den gekochten Aufgüssen entwickeln, so ist die Ursache davon in der von uns nunmehr ermittelten Entwickelungsgeschichte derselben zu suchen. Wir können nicht daran zweifeln, dass im Heu Bazillussporen enthalten sind . . . Im trockenen Heu sind diese Sporen geschrumpft und mit Was-

ser schwer benetzbar; während des Digerierens werden sie losgespült und gelangen in den Heuaufguss; doch solange die Sporen nicht mit Wasser imbibiert und gequollen sind, können sie auf 100° erhitzt werden, ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren, wie das unter gleichen Verhältnissen nicht bloss für Pilzsporen, sondern selbst für Phanerogamensamen nachgewiesen ist. Dass die ungequollenen Bazillussporen mindestens 15 Minuten, einzelne sogar 1—2 Stunden, im siedenden Wasser bleiben können, ohne getötet zu werden, beruht vermutlich auf ihrem ölartigen Inhalt, vielleicht auch auf einer der Sporenhaut stark adhärierenden Luftschicht, welche Leidenfrost'sche Phänomene hervorrufen mag; zum Teil hängt es von individuellen Eigentümlichkeiten ab . .»

Freilich verlieren die Heubazillen nach *Cohns* Untersuchungen schon bei 50—55° alle Vermehrungs- und Entwicklungsfähigkeit, auch die zur Sporenbildung. Bestehende Sporen jedoch überdauerten zuweilen drei- bis viertägige Erwärmung auf 70—80°, ohne ihre Keimfähigkeit einzubüssen. «Eine genauere Feststellung der Temperaturgrenzen, in denen sich die Entwicklung der Bazillen bewegt» behält *Cohn* in der angeführten Arbeit «späteren Untersuchungen, die sich auf exaktere Methoden stützen sollen, vor». Ich weiss nicht, ob er zu diesen Arbeiten gekommen ist, sie sind aber von einer Reihe anderer Forscher unternommen worden und ich werde im Anhang eine Übersicht über ihre Ergebnisse bringen.

In Bd. 3, Heft 1, S. 149f schliesslich berichten *Cohn* und *Miflet* von «Untersuchungen über die in der Luft suspendierten Bakterien». Es gelang ihnen, durch Verbesserung des schon früher — ohne Erfolg — von *Cohn* angewandten «Luftwäsche»-Verfahrens (Durchsaugen von Luft durch sterilisierte Nährflüssigkeit), Bakterienkulturen zu erhalten, deren Ursprung sie in der Luft schwebenden Keimen zuschreiben mussten.

Die Waschflüssigkeiten waren von dreierlei Art:

«1) Eine mineralische Nährlösung von folgender Zusammensetzung:

Saures phosphorsaures Kali	1	g
Schwefelsaure Magnesia	1	«
Neutrales weinsteinsaur. Ammoniak	2	«
Chlorcalzium	0,1	«
Destilliertes Wasser	200	«

2) Eine zehnprozentige Lösung von Malzextrakt.
3) Eine einprozentige Lösung von Liebigschem Fleischextrakt.»

Zur «absolut sichern Desinfektion der Apparate, wenn dieselben mit Fleisch- und Malzextrakt gefüllt waren», erwies sich ein 1½ stündiges Kochen im Papinschen Topf als notwendig. Die mineralische Lösung war schon nach 20 Minuten steril.

Vorversuche ergaben, «dass die in der Luft enthaltenen Keime durch desinfizierte Watte vollständig abfiltriert werden, dass dagegen das Auftreten von Bakterien bei Benutzung eines Filters gewöhnlicher Watte auf die in letzterer enthaltenen und durch den starken Luftstrom fortgerissenen Unreinigkeiten zurückzuführen sei. In Folge dieses Ergebnisses wurde bei allen weiteren Versuchen jedesmal ein Waschzylinder zum Zwecke der Kontrolle eingeschaltet, bei welchem die Luft durch desinfizierte Watte filtriert war. Blieb dieser klar, während die übrigen Zylinder, in denen die Luft nicht filtriert wurde, sich trübten, so konnte mit voller Gewissheit angenommen werden, dass die Keime der in den Waschflüssigkeiten entwickelten Bakterien einzig und allein nur aus der Atmosphäre herstammen mussten.»

Die Schlussfolgerungen, zu denen *Cohn* und *Miflet* durch ihre Versuche geführt wurden, stellen sie in folgenden Worten dar:

«1) In der Luft sind zahlreiche entwicklungsfähige Bakterienkeime suspendiert.

2) Durch die von uns angewendete Methode können diese Keime aufgesammelt, zur Entwicklung und Vermehrung gebracht und infolgedessen auch systematisch unterschieden und bestimmt werden.

3) Für sehr verschiedene Arten von Bakterien, insbesondere von Mikrokokken und Bazillen, ist die Anwesenheit entwicklungsfähiger Keime in der Luft durch unsere Methode bereits nachgewiesen; zum grössten Teil waren dieselben in anderen Medien bereits früher aufgefunden; ein Teil von sehr eigentümlichen Formen war bisher noch nicht sicher erkannt worden.

4) Dagegen hat sich für viele Bakterien, welche sich in gärenden Substanzen gewöhnlich entwickeln, die Anwesenheit von Keimen in der Luft noch nicht nachweisen lassen; dies gilt insbesondere für das geminzte Bakterium Termo, das wir als das eigentliche Ferment der Fäulnis ansehen, ebenso auch für die Spirillen, Spirochaeten und viele andere.»

(Anmerkung: Mir ist nicht bekannt, ob ein solcher Nachweis inzwischen gelungen ist.)

5) In der aus dem Boden aufgesaugten Luft ist die Anwesenheit von Bakterienkeimen für einzelne Fälle nachgewiesen worden.

6) Dagegen hat sich die Luft der stark belegten Krankenzimmer eines Flecktyphushospitals frei gezeigt von entwicklungsfähigen Bakterienkeimen, vermutlich infolge wirksamer Ventilation und Desinfektion.

7) Die aus einer Kloake aufsteigende Luft war reich an entwicklungsfähigen Bakterienkeimen.

8) Die Zahl der in dieser ersten systematischen Untersuchung gemachten Beobachtungen und Experimente ist nicht ausreichend,

um festzustellen, ob der Verschiedenheit der in verschiedenen Orten aus der Luft aufgesammelten Bakterien eine wesentliche, insbesondere in gewissen Lokalitäten eine pathogene Bedeutung zukommt; die bisherigen Versuche ergaben jedoch ein negatives Resultat.»

*

John Tyndalls zu gleicher Zeit mit den *Cohn*schen durchgeführte zahlreiche Versuche zur Widerlegung der Behauptungen über Urzeugung, die damals in England *Henry Charlton Bastian* mit besonderem Nachdruck vorzutragen begonnen hatte, bringen gegenüber den bisher berichteten Experimenten nichts prinzipiell Neues. Von seinen Veränderungen und Neuerungen an der Versuchsapparatur scheint mir nur diejenige bemerkenswert, durch die er sich staubfreier Luft versicherte: ein Holzkasten, dessen eine Längswand aus Glas bestand, während die gegenüberliegende mit einer staubdicht schliessenden Tür versehen war; an den Querwänden lagen sich zwei Glasfenster gegenüber; in den Boden waren eine Reihe von Reagenzgläsern staubdicht einsetzbar. Die Verbindung mit der äusseren Luft wurde durch zwei Röhren aufrecht erhalten, die durch die Decke hindurchgingen und oberhalb ihrer mehrfach S-förmig gewunden waren. Durch einen Gummiring in der Mitte der Decke ging eine lange Pipette mit einem Trichter am oberen Ende, mit deren Spitze man die im Boden sitzenden Gläser erreichen konnte. Schliesslich waren die Wände des Kastens im Innern mit einer Schicht Glyzerin bedeckt (Dies letzte Detail stammt, soviel ich übersehen kann, von dem bereits genannten *Pouchet)*. — Wenn nun ein starker Lichtstrahl, durch die seitlichen Fenster gesandt, innerhalb des Kastens unsichtbar wurde, die Luft also staubfrei war, wurden die Reagenzgläser durch die Pipette gefüllt. Nach dem Erhitzen der Gläser setzte T. dann noch vor die obeφren Öffnungen der S-förmigen Röhren einen Wattepfropf, damit während des Erkaltens die angesogene Luft nicht doch Staub in den Kasten mitschleppte.

(Da *Tyndall* als erster dies Sichtbarwerden ultramikroskopischer, in Gasen oder Flüssigkeiten suspendierter Partikelchen systematisch experimentell verwertet hat, ist die Erscheinung bekanntlich nach ihm *«Tyndall-Effekt»* genannt worden. Auf diesem bauten dann ja *Siedentopf* und *Zsigmondy* 1903 die Ultramikroskopie auf.)

Tyndall untersuchte so Infusionen von einer sehr grossen Zahl tierischer und pflanzlicher Gewebe und Flüssigkeiten und erhielt durchaus dieselben Resultate wie *Pasteur.*

*

Aus derselben Zeit ist noch ein anderer Streit um die Urzeugungsfrage zu erwähnen, der in «Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie» Bd. 7—11 in den Jahren 1873—1875 ausgefochten wurde.

D. Huizinga gab hier eine Reihe von Versuchen bekannt, die er

im Anschluss an das schon erwähnte Rüben-Käse-Experiment *Bastians* durchgeführt hatte und die ihm die Möglichkeit, Urzeugung — er gebraucht den von *Huxley* 1870 eingeführten Ausdruck «Abiogenesis» — künstlich darzustellen, einwandfrei zu erweisen schienen.

Ich werde hier nur den Schluss dieser Debatte etwas ausführlicher darstellen, da *Huizinga* selbst gegenüber dem alsbald lebhaft einsetzenden Widerspruch von Seiten *Burdon-Sandersons, Paul Samuelsons, Richard Gscheidlens, Felix Putzeys'* zuletzt nur noch einen Teil seiner Versuche für beweiskräftig hielt. Diese Versuchsreihe ist zudem dadurch bemerkenswert, dass in ihr — soweit ich das übersehen kann — zum erstenmal vollständig auf die Verwendung von Aufgüssen tierischer oder pflanzlicher Substanzen verzichtet wurde. *Huizinga* hat die nach seiner Meinung entscheidenden Versuche und Kontrollversuche in einer Tabelle zusammengestellt, die ich hier nach «Pflügers Archiv», Bd. VIII (1874), S. 564 wiedergebe.

Die dort erwähnte «Salzlösung» bestand aus: 1 g Kaliumnitrat, 1 g Magnesiumsulfat, 0,2 g neutr. Kalziumphosphat auf 500 g Wasser. Das «reine Amylum» würden wir heute als «Erythrodextrin» bezeichnen. Zum Verschluss der Kölbchen verwandte H. mit Asphaltlack aufgekittete feinporöse Tonplatten (Kacheln).

Versuche	*Ergebnis*	*Schluss*
1) 100 Salzlösung, 2 Glukose, 0.3 Amylum 0.3 Pepton, 1 neutr. Ammontartrat. 10 Min. auf 100°. Neutral. mit geglühtem Ca-Karbonat. Verschlossen. Gebrütet	Voll Bakterien nach 2—3 Tagen	
2) Wie 1, aber ohne Ammonsalz. Verschlossen. — 10 Min. auf 102° oder 104°. Gebrütet	dasselbe	
3) 100 Salzlsg, 1 Glukose, 1 Ammontartrat. 10 Min. auf 100°. Verschlossen. Gebrütet	Keine Bakterien nach 8 Tagen	Die in 1 erhaltenen Bakterien entstanden nicht aus mit der Salzlösung oder der Glukose eingeführten Keimen.
4) 100 Salzlsg, 0.3 Amylum, 0.3 Pep-	Keine Bakterien nach 8 Tagen	Ebensowenig aus mit dem Amylum oder

Versuche	Ergebnis	Schluss
ton, 1 Ammontartrat. 10 Min. auf 100°. Verschlossen. — Gebrütet		dem Pepton eingeführten Keimen.
5) 100 Salzlsg, 1 Rohrzucker, 0.5 Harnstoff. Gekocht, erkaltet. 3 Tropfen einer bakterienhaltigen Flüssigkeit hinzugesetzt. Verschlossen. — Gebrütet	Trübe. Voll Bakterien nach 1—2 Tagen	Rohrzucker-Harnstofflösung ist eine zur Ernährung von Bakterien vollkommen geeignete Flüssigkeit.
6) Wie 5, aber mit 1 Ammontartrat. 10 Min. auf 100°. Erkaltet. — Infiziert wie in 5. — Verschlossen. — Gebrütet	Trübe. Voll Bakterien nach 1—2 Tagen	Eingebrachte Bakterien entwickeln sich in saurer Flüssigkeit vollkommen gut.
7) 100 Salzlsg, 1 Rohrzucker, 0.5 Harnstoff, 1 Ammontartrat. - 3 Tropfen bakterienhaltige Flüssigkeit. - 10 Min. auf 100°. — Verschlossen. — Gebrütet	Keine Bakterien nach 8 Tagen.	Eine Temperatur von 100° während 10 Min. in saurer Lösung tötet die Bakterien.
8) 100 Salzlsg, 1 Rohrzucker, 0.5 Harnstoff. - 3 Tropfen Bakterien. — Verschlossen. 10 Min. auf 102°. — Gebrütet	Keine Bakterien nach 8 Tagen	Eine Temp. v. 102° während 10 Min. in neutr. Lösung tötet die Bakterien. Die in 2 erhaltenen Bakterien entstanden nicht aus in der Flüssigkeit anwesenden Keimen.
9) 100 Salzlsg, 1 Rohrzucker, 0.5 Harnstoff. — 10 Min. auf 100°. — Verschlossen. — Gebrütet	Keine Bakterien nach 8 Tagen.	Die Tonplatten lassen keine Keime aus der Luft durch. (Dieser Schluss ergibt sich auch aus 3, 4, 7, 8.)

«Allgemeiner Schluss: Unter den angegebenen Versuchsbedingungen können Organismen entstehen ohne die direkte Mitwirkung präexistierender Organismen.»

Die Argumente der oben genannten Forscher gegen *Huizinga* laufen wie üblich darauf hinaus, dass keineswegs erwiesen sei, dass die Keime organischer Wesen durch die Siedehitze in allen Flüssigkeiten zerstört würden. (Es ist hierbei immer zu beachten, dass die Entdeckung der Endosporen der Bazillen durch *Cohn* und *Koch* zur Zeit dieser Debatten noch nicht gemacht war!) Ich zitiere ein paar Stellen aus den gegen *Huizinga* gerichteten Artikeln:

. . «Ganz ähnlich ist es bei der Hefe, welche in nassem Zustande bei langsamer Erwärmung um 84° getötet wird, während einzelne Zellen 5—10 Minuten lange Siedehitze überstehen. Siedet man aber eine halbe Stunde, so sterben die Hefezellen sämtlich ab. Das Nämliche wurde von *Wyman* und *Hofmann* in Bezug auf die Bakterien beobachtet. Kochte *Wyman* (Amer. Journ. of Science and Arts, 44, 152) Fleischbrühe 2 Stunden, so traten stets Bakterien auf, kochte er aber 5—6 Stunden, so entwickelten sich keine Organismen. *Hofmann* (Bot. Zeit. 1863, S. 317) fand, dass bei gesteigertem Dampfdrucke schon wenige Minuten hinreichen, um denselben Effekt hervorzubringen . . . . *Lex* fand nach Eintragen einiger Tropfen eines in alkalischer Gärung befindlichen Harns in eine heiss gesättigte Natronsalpeterlösung von 117° (Klin. Wchschr. 1867, 403. — in d. Vierteljahrschr. f. öff. Gesundheitspflege IV, S 62 gibt derselbe Autor 127° an) die Vibrionen noch lebend. Nach *Schroeder* werden die Keime in Fleisch, Eigelb und Milch erst bei 130° getötet. Nach *Place* (Maandblad voor Natuurwetenschappen 1873, S. 126) werden die Bakterien erst bei 160° vernichtet. Nach *Crace-Calvert* (Proc. of the Royal Soc. of London, Vol. 19, p. 475) ist zur Tötung aller Bakterien eine Temperatur von 204° C. nötig . .» (*R. Gscheidlen*, Pflügers Archiv IX, 166). Interessant ist, dass alle genannten Gegner *Huizingas* sich weigerten, mit dem von ihm eingeführten Tonplatten-Verschluss zu arbeiten. Doch ermöglichten sie die Sauerstoffzufuhr entweder in der *Pasteur*schen Weise durch mehrfach gewundene Röhrchen, die eventuell noch am Ende mit desinfizierter Watte verstopft waren, oder, wie *Putzeys* (Pfl.s Arch. XI, 387 f.) durch mit reinem Sauerstoff gefüllte dünnwandige Ampullen, die in die Versuchsgefässe eingebracht und nach der Erhitzung innerhalb der zugeschmolzenen Gefässe durch Schütteln zum Zerspringen gebracht wurden. Ausserdem wies *Putzeys* nach, dass in den zugeschmolzenen Röhren der Sauerstoff durchaus nicht nach den Versuchen verschwunden wäre.

In seiner vierten und letzten Mitteilung (Bd. X, S. 62 ff) berichtet *Huizinga* übrigens, dass er das Amylum mit gleichem Erfolg durch

das besser rein darstellbare Inulin ersetzt habe. Das Pepton solle auf keinen Fall alkalisch, lieber schwach sauer sein.

In Bezug auf die Abhängigkeit der Hitzeresistenzfähigkeit der Bakterien von der Reaktion des Mediums kommt *Huizinga* zu Schlüssen, die in (unausgesprochenem) Gegensatz zu denen *Pasteurs stehen*. Nach ihm «sind sie in alkalischer Flüssigkeit am wenigsten resistent, in saurer widerstehen sie schon etwas besser und in neutraler am besten der erhöhten Temperatur». (F. *Cohn* dagegen fand in den gekochten Heuaufgüssen keinen konstanten Unterschied der Resistenz zwischen saurer und neutraler Reaktion).

Einer Erhitzung seiner Mischung auf 110° sprach *Huizinga* die Beweiskraft gegen die de novo-Entstehung seiner Bakterien ab, da das Pepton bei dieser Temperatur chemisch verändert würde. Er sah aber einen vollgültigen Beweis der Keimfreiheit seiner Mischung darin, «dass die Bakterien ausbleiben, wenn aus der Mischung die Glukose oder das Inulin fortgelassen wird, obgleich durch den Ausfall einer von diesen beiden Substanzen die Nahrhaftigkeit der Flüssigkeit für Bakterien nicht beeinträchtigt wird.» Den Schwierigkeiten gegenüber, die durch dies «Verbot» höherer Temperaturen jedoch zweifellos gegeben sind, scheint mir betonenswert, dass *Huizinga* die bei seinen Versuchen auftretenden Bakterien als B. Termo, Mikrokokkus und Vibrio erkannte. Aus allen neueren Untersuchungen, die mir bekannt geworden sind, geht aber hervor, dass die Tötungstemperatur aller drei Arten — auch, im Gegensatz zu den oben nach *Gscheidlen* zitierten Angaben, der Vibronen — unter 100° liget.

*

Henry Charlton Bastian trat zwar schon seit 1870 für die Möglichkeit der spontanen Entstehung von Bakterien aus in Zersetzung befindlichen Flüssigkeiten ein, doch gehe ich erst jetzt etwas näher auf ihn ein, weil er erstens bis zu seinem 1915 erfolgten Tode auf seiner Meinung und der Beweiskraft seiner Experimente beharrte und weil zweitens er der erste Forscher zu sein scheint, der zur Verteidigung dieser seiner Ansichten die Deszendenzlehre heranzog. Leider sind mir seine letzten, 1903 und 1906 in London erschienenen Bücher «Studies in Heterogenesis» und «Nature and origin of living matter» und sein Vortrag auf dem Internationalen Medizinischen Kongress in London 1913 bis jetzt nicht zugänglich gewesen, so dass ich mich hier auf einige Angaben über das, was er bis 1874 veröffentlichte, beschränken muss.

Bastian unterscheidet Heterogenesis — die Verwandlung von Lebewesen oder Teilen von Lebewesen in andre Lebewesen — und «Archebiosis» — die Entstehung von Lebewesen aus nicht-lebenden Substanzen. In der Behauptung, dass die Möglichkeit beider Erscheinungen aus der Deszendenzlehre gefolgert werden müsse, stimmen nun zwar die meisten Forscher jener Zeit, soweit sie diese Lehre anerkennen, mit B. überein, doch halten die meisten die «Archebiosis» für eine

Erscheinung früherer Erdzeitalter. Aber auch diejenigen, die die Bedingungen der Neu-Entstehung des Lebens für heute noch gegeben hielten, lehnten ganz allgemein die Beweiskraft von B.s Experimenten ab. Der Autorität von *Pasteur, Tyndall, F. Cohn, R. Koch, Charles Darwin* (der in einem 1872 an *Wallace* gerichteten Brief *Bastians* Angaben für unglaubwürdig, die Archebiosis aber für wahrscheinlich erklärte), *Huxley, Spencer* gegenüber stand so *Bastian* begreiflicherweise nach anfänglichen Erfolgen bald ziemlich allein und unbeachtet da.

Es mag sein, dass *Bastian* selbst nicht immer der beste Anwalt seiner eigenen Sache war — vielleicht eben unter dem Eindruck dieser für ihn so ungünstigen Situation. Gerade deswegen habe ich mich bemüht, in dem folgenden — wie gesagt leider sehr unvollständigen — Überblick über seine Argumentation und seine Auseinandersetzungen mit andern Forschern mich möglichst noch strenger rein berichtend zu verhalten, als in den andern Abschnitten dieser Arbeit.

Die mir bekannt gewordenen Schriften *Bastians* («Modes of Origin of Lowest Organisms», 1871; «The Beginnings of Life», 1872; «Evolution and the Origin of Life», 1874) sind zu einem grossen Teil mit deszendenztheoretischen Erwägungen angefüllt. Er greift dabei *Huxley* an, der die Umstände, die in entlegenen Erdzeitaltern die Abiogenesis ermöglicht hätten, für heute nicht mehr gegeben erachte, ohne dass er doch über jene Bedingungen irgend eine konkrete Aussage zu machen imstande wäre. Die gleichen Vorwürfe richten sich gegen *Tyndall* und *Spencer*. Gegen den letzteren besonders wendet er sich mit der Frage, wie denn mit seinen evolutionistischen Ansichten die Meinung verträglich wäre, dass, grob ausgedrückt, Amöben seit Urzeiten Amöben geblieben wären, gleichzeitig jedoch von ebendenselben undifferenzierten Protoplasmaklümpchen eine ununterbrochene Entwicklungslinie bis zum Menschen führe? Nur weil *Spencer* der Annahme archebiotischer oder heterogenetischer Entstehung einfachster Lebewesen abgeneigt wäre, müsse er in der Hypothese Zuflucht suchen, dass solchen strukturell stationären Organismen eben immer ein «Umgehen» («dodging») der Veränderungen in den Umgebungsbedingungen gelungen wäre, die andere Proto-Organismen auf den Weg der Differenzierung und Assoziation gedrängt hätten. Auch ohne jede experimentelle Stütze, als reine Hypothesen, fügten sich Archebiosis und Heterogenesis (als ständig wiederholte Prozesse angenommen) dem Evolutionsgedanken weit besser ein.

Weiter: niemand bestritte selbstverständlich, dass ständig anorganische Substanz durch Pflanzen, tote organische durch Tiere in lebende Substanz verwandelt würde — wie könne man da, ohne von theologischen oder vitalistischen Erwägungen auszugehen, solche Verwandlung als spontane, von präexistierendem Leben unabhängige Erscheinung a priori für unmöglich erklären oder doch zum mindesten sie irgendwelcher grauen Vorzeit vorbehalten wollen?

(*Bastian* legt das Hauptgewicht auf die Anerkennung der fortdauernden Möglichkeit der Archebiosis, welche ja die der — von *Needham*, *Buffon*, *Pouchet* ausschliesslich behaupteten — Heterogenesis automatisch mit sich führe.)

Den blinden Glauben an die Formel «Omne vivum e vivo» verspottet *Bastian* mit dem Hinweis auf ein Beispiel des jüngeren *Mill* für die unachtsame Verallgemeinerung von Erfahrungen. Bis zum Bekanntwerden der schwarzen Schwäne müsse danach der Satz «Alle Schwäne sind weiss» den Europäern als ein «unzweideutiges Beispiel für die Uniformität im Naturgeschehen» erschienen sein, da aus allen vergangenen Jahrhunderten keine widersprechende Beobachtung vorgelegen hätte.

Ein Eingehen auf das Argument der Unableitbarkeit des Seelischen aus den Erscheinungen der unbelebten Natur habe ich in den genannten Schriften B.' s. nicht gefunden. Rückschlüsse auf seinen Standpunkt in dieser Frage sind jedoch dadurch möglich, dass er 1880 ein Buch erscheinen liess mit dem Titel «The Brain as an Organ of Mind», das in der «British Universities Encyclopädia» (Bd. 1, 1935) als «die vollständigste bis dahin erschienene Darlegung der von der extremen physiologistischen Schule vertretenen Ansichten über den Gegenstand der Psychologie» charakterisiert wird.

(Ob in die «Scheidung der Geister» in Bezug auf *Bastians* Experimente, Behauptungen und Theorien auch religiöse Motive hineinspielten, wie im Falle *Pasteur-Pouchet*, vermag ich nicht zu sagen. Nicht uninteressant scheint mir, dass *Tyndalls* wesentlich gegen *Bastian* gerichtete Schriften in Frankreich vom Abbé *Moigno* veröffentlicht wurden, als Zeugnis der Wissenschaft dafür, dass «die Zelle und das Molekül Gott allein bekannte Naturen» seien, «und dass Gott, nachdem er alles, was er gewollt und für notwendig befunden, geschaffen habe, für die ganze Dauer der Welt in seine unbewegliche Ruhe eingetreten» sei. Die katholische Partei in Frankreich hatte sich ja aus gleichem Grunde lebhaft für *Pasteur* eingesetzt (der selbst gläubiger Katholik war), während die Liberalen *Pouchet* freundlich gesinnt waren, der gegen den an das Schöpfungsdogma gebundenen *Pasteur* die «philosophische Notwendigkeit der Urzeugung» verföchte.)

Tyndall sowohl wie *Pasteur* und *Cohn* scheinen auf die theoretischen Argumente *Bastians* niemals eingegangen zu sein; ob das von anderer Seite geschehen ist, entzieht sich meiner Kenntnis. *Tyndall* erwähnt sie kurz als «nicht neu, aber zuweilen sehr geschickt vorgebracht» und erklärt dann, dass er es für nützlich gehalten hätte, *Bastians* Experimente zu prüfen, seine Theorien und Kritiken aber zu übergehen. *Bastian* ist Anhänger der hauptsächlich von *Liebig* vertretenen «chemischen Theorie» der Gärung. Wie schon *Pouchet* und seine Freunde ist er geneigt, in den Gärungsorganismen eher Produkte als Produzenten der Gärungserscheinungen zu sehen. Er wandte z. B.

gegen *Pasteurs* Versuche mit ausgesätem Staub ein, dass dieser «eine grosse Menge dessen, was seine wissenschaftlichen Gegner als nichtlebendes Ferment betrachteten» auf diese Weise in die Versuchsflüssigkeiten gebracht habe, «während *möglicherweise* darin eine gewisse Anzahl lebender Fermente existierten». («Evolution . .», S. 113, Anmerkung). In einem Brief an *Tyndall,* der sich freilich auf andere, mir unbekannte Arbeiten *Bastians* zu beziehen scheint, macht *Pasteur* sich darüber lustig, dass er B. auf eine Position gedrängt zu haben scheine, die er, *Pasteur,* schon 1862 wie folgt gekennzeichnet habe: «In der Luft sind, wird er sagen, feste Teilchen wie kohlensaurer Kalk, Kiesel, Russ, Fäserchen von Wolle und Baumwolle, Stärkemehl . . . vorhanden, daneben organisierte Körperchen von vollkommener Ähnlichkeit mit den Sporen der Mucedineen oder mit den Zysten der Infusorien.

Nun wohl, ich ziehe es vor, den Ursprung der Mucedineen und Infusorien vielmehr in die ersteren, amorphen Körperchen als in die letzteren zu verlegen.»

Ob *Bastian* seine kategorische Behauptung, dass *alle* Bakterien und ebenso die (damals ja noch hypothetischen) Bakterienkeime durch eine feuchte Erhitzung auf 140° F (60° C.) in wenigen Minuten abgetötet würden und dass trockene Hitze sogar schon bei niedrigeren Graden zum gleichen Resultat führe, auch noch nach *Cohns* und *Kochs* Entdeckungen aufrechterhalten hat, weiss ich nicht. In seinen mir bekannt gewordenen Arbeiten besteht er jedenfalls darauf und berichtet über lange und mannigfache Versuchsreihen, die dies beweisen sollen.

Von den eigentlichen Hauptversuchen *Bastians* habe ich denjenigen, der offenbar am meisten Beachtung fand, schon bei Gelegenheit der Besprechung von *Cohns* Arbeiten kurz angeführt. (Durch ebendiesen Versuch wurde auch *Huizinga* zu seinen Experimenten angeregt). Ich gebe jetzt hier zunächst noch zwei Experimente wieder, die B. in «Evolution . .» als die beweiskräftigsten darstellt (S. 175—178):

«Experiment I: Ein starker Aufguss von weissen Rüben wurde durch Kalilauge ((liquor potassae)) leicht alkalisch gemacht und es wurden einige einzelne Muskelfasern vom Kabeljau hineingelegt. In eine Flasche, die etwa zwei Unzen fassen konnte, wurde etwas von dieser Mischung eingebracht, ihr Hals wurde ausgezogen und danach über der Flamme hermetisch verschlossen, während die Flüssigkeit kochte. Die verschlossene Flasche war jetzt zur Hälfte mit Flüssigkeit erfüllt. Sie wurde darauf in einen *Papin*schen Topf gebracht, der langsam erhitzt und danach zwanzig Minuten lang auf einer Temperatur von 270—275° F ((132—135° C)) gehalten wurde. Man kann also bei Einrechnung der Zeit, die das Wasser des *Papin*schen Topfes (in das die geschlossene Flasche eingesenkt war) brauchte, um auf diese Temperatur zu kommen und nachher wieder auf 230° F ((110° C)) abzukühlen, wohl sagen, dass die Flasche eine Stunde

lang Temperaturen über 230° F. ausgesetzt war . . . . Nach Herausnahme aus dem P.schen Topf wurde die geschlossene Flasche acht Wochen lang bei 70—80° F. ((21—27° C)) aufbewahrt, einen Teil dieser Zeit wurde sie dem Einfluss direkten Sonnenlichts ausgesetzt. Nachdem dann festgestellt war, dass die Flasche völlig sprung- und fehlerfrei war, wurde ihr Hals zum Zwecke der Untersuchung des Inhalts abgebrochen. Es ergab sich, dass die Reaktion der Flüssigkeit jetzt entschieden sauer geworden war, sie hatte einen sauren, jedoch nicht stinkenden Geruch, wie wenn in der Lösung ein Gärungsprozess vor sich gegangen wäre. Die Flüssigkeit war sehr wenig trübe, es fand sich ein deutlicher Bodensatz, der aus rötlich-braunen Teilchen ((fragments)) und einem leicht flockigen Niederschlag bestand. Bei mikroskopischer Untersuchung erwiesen sich die Teilchen als Teile veränderter Muskelfaser, während der flockige Niederschlag grösstenteils aus körnigen Anhäufungen von Bakterien bestand. In den untersuchten Flüssigkeits- und Niederschlagsteilen fanden sich tausende von Bakterien verschiedenster Gestalt und Grösse, einzeln oder zu Flocken zusammengeballt, desgleichen in grosser Zahl perlschnurartige Ketten, wie man sie sehr oft im menschlichen Körper in Abszessen und auch bei Pyämie oder bei schwach typhoiden Zuständen ((low typhoid states of the system)) antrifft. Weiter zeigten sich Torula-Körperchen in grosser Menge sowie braunkernige, sporenähnliche Körperchen in abgestuften Grössenordnungen . . . von etwa 1/30 000stel bis 1/2500stel Zoll Durchmesser. Schliesslich fanden sich in geringer Menge Fäden eines Fungus-Mycels, mit kurzen Seitenzweigen, von denen die meisten ein einzelnes sporenähnlichen Körperchen am Ende trugen.»

«Experiment II: Ein starker Aufguss von gemeiner Kresse (Lepidium sativum), in den einige Blätter und Stengel der Pflanze hineingelegt waren, wurde ebenso in eine hermetisch abgedichtete Flasche eingeschlossen, gleichzeitig (und damit auf gleiche Temperaturen) im Papinschen Topf erhitzt und in der Folge dem Einfluss der gleichen Bedingungen ausgesetzt, wie ich sie schon beim vorigen Experiment beschrieben habe. Jedoch wurde diese Flasche eine Woche später geöffnet — also am Ende der neunten Woche, nachdem sie im P.schen Topf auf 270—275° F. erhitzt worden war. Bevor der Flasche der Hals gebrochen wurde, zeigte die Einwärtskrümmung ((the inbending)) des Glases unter der Löt-Flamme, dass die Flasche noch hermetisch dicht war. — Die Reaktion der Flüssigkeit stellte sich als entschieden sauer heraus, doch war kein Geruch zu bemerken. Die Flüssigkeit war einigermassen klar und schaumfrei, doch fand sich zwischen den Trümmern der Kresse am Boden der Flasche ein flockiger Niederschlag von schmutzigem Aussehen. Bei mikroskopischer Prüfung sah man viel verändertes Chlorophyll, entweder dispergiert oder in Anhäufungen unter der übrigen körnigen Substanz des Niederschlages, und zwischen einigen von diesen waren drei kleine,

zarte *Amöben* ((Protamoebae)) sichtbar, von verschiedener Form, mit mässig raschen, schneckenartigen Bewegungen kriechend. Sie enthielten keinen Kern, nur ein paar Granuli in ihrem Innern. In demselben Flüssigkeitstropfen und ebenso in andern, anschliessend untersuchten, waren mehr als ein Dutzend sehr aktiver *Monaden* (1/4000stel Zoll Durchmesser) zu sehen, jede mit einer langen, rasch bewegten Geissel ausgerüstet, durch die benachbarte Granuli in heftige Bewegung versetzt wurden ((were freely knocked about)). Sodann fanden sich viele kleinere, bewegungslose und unbegeisselte ((tailless)) Kügelchen verschiedener Grösse, deren Körpersubstanz wie die der Monaden aussah und die aller Wahrscheinlichkeit nach frühere Entwicklungsstufen von Monaden waren. Weiter fanden sich mehrere ungegliederte *Bakterien*, die sehr rasche, von schnellen Rotationen begleitete Ortsbewegungen ((progressive movements)) zeigten und schliesslich viele *Torula*-Körperchen und andre *Fungus*-«Sporen», sowie Teile eines Mycels, gleiche Teile farblosen Protoplasmas in den dünnen umkleidenden Membranen enthaltend.

Ein Tropfen der Flüssigkeit, der verschiedene dieser aktiven Monaden enthielt, wurde für etwa fünf Minuten auf einem Objektträger in einen Wasser-Ofen gebracht, dessen Temperatur auf 140° F ((60° C.)) gehalten wurde. Alle Bewegung der Monaden hörte von da ab auf und sie zeigten nachher nie wieder irgendwelche Zeichen des Lebens.»

Bastian sagt hierzu: «Nichts, was bis jetzt als Einwand gegen die Annahme der «Generatio spontanea» als eines jederzeitigen Vorkommnisses vorgebracht worden ist, trifft irgendwie auf Experimente wie diese zu.» Aber es ist leicht einzusehen, dass ganz entgegen *Bastians* Meinung diese Beweiskraft seiner Experimente völlig in sich zusammenfällt, sobald die Behauptung widerlegt ist, dass kein Lebewesen Temperaturen von über 60° C. länger als einige Minuten widerstehen könne.

«Bei dieser Art von Untersuchungen liegt ein positives Resultat vor, wenn sich keine Organismen ergeben, ein negatives, wenn sie sich ja finden», sagte *Pasteur* am Schlusse seiner gleich zu erwähnenden Auseinandersetzung mit *Bastian*. Dieser Satz zeigt die ganze Aussichtslosigkeit für eine zweifellose Entscheidung in diesem Streit. Was für den einen zur «wirklichen Abtötung oder Fernhaltung *aller* Keime» erforderlich ist, bedeutet dem andern «Zerstörung der Bedingungen für die Urzeugung». Erst eine «Theorie des Lebens», die restlos alle Ergebnisse dieser pro- und contra-Versuche widerspruchslos erklären könnte, würde den Weg zu einer endgültigen Entscheidung öffnen.

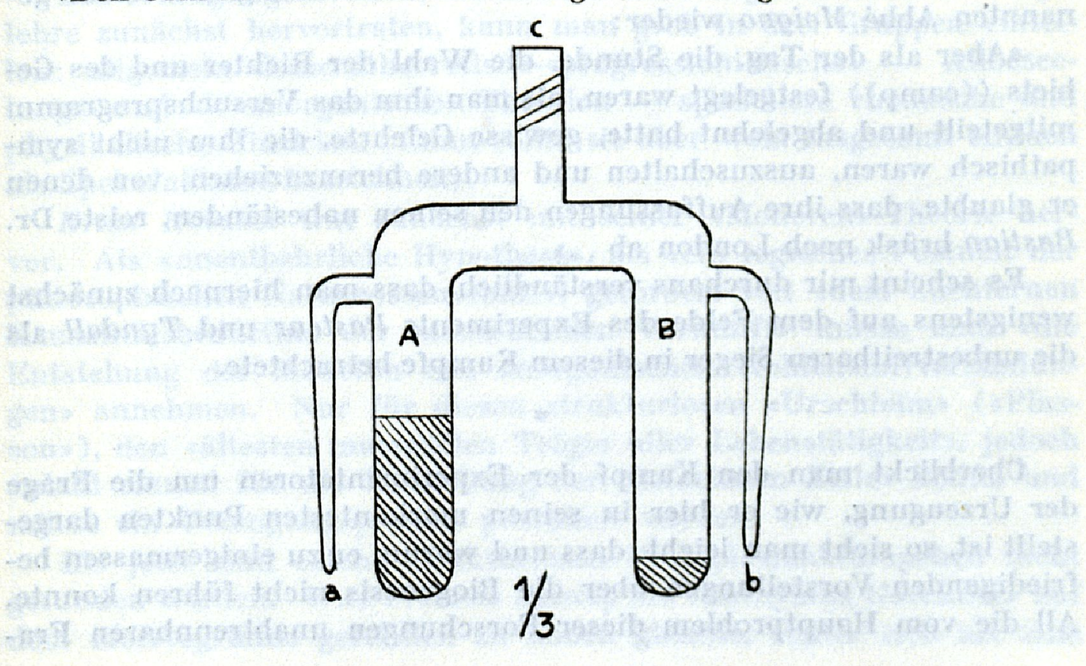
Wie lange und wie weit *Bastian* den Beweiswert seiner erwähnten Versuche verteidigt hat, weiss ich nicht. Er scheint, nach einer Bemerkung *Tyndalls*, zumindest bis 1877 oder 1878 nichts auf die

Widerlegungen seiner Experimente, die *Tyndall* in den «Philosophical Transactions» 1876 veröffentlichte, geantwortet zu haben. *Tyndall* begegnete freilich später noch selbst ganz besonderen Schwierigkeiten in der Sterilisierung von Infusionen der von *Bastian* verwendeten Art. Erst nachdem er seinen oben beschriebenen Kasten aus Zinn statt aus Holz hatte herstellen lassen und nachdem er durch besondere Vorkehrungen an Orten besonders ruhiger und staubfreier Luft dafür Sorge getragen hatte, dass beim Einfüllen der Infusionen durch die Trichterpipette keine Luftbläschen mit in die Kammern gerieten, konnte er die Abkochungen der Rüben- und Meloneninfusionen regelmässig infektionsfrei halten.

Mit *Pasteur* hatte *Bastian* von Juli 1876 bis Juli 1877 eine Auseinandersetzung über die Entstehung von Bakterien in gekochtem Urin, der durch Kalilauge neutralisiert und in staubfreier Luft bei 50° C. gehalten worden war (S.: *Pasteur*, Oeuvres, Bd. II, S. 460—473). *Pasteur* verlangte, dass B. entweder festes KOH, das geglüht oder doch wenigstens auf 110° C. erhitzt worden wäre, oder aber eine KOH-Lösung, die 20 Minuten lang auf 110° oder 5 Minuten lang auf 130° gehalten worden war, benutze. *Bastian* ging schliesslich auf diese Bedingung (in der zweiten Form) ein. Da sich auch jetzt das einemal Organismen bildeten, das andremal nicht, erklärte *Pasteur* diese Resultate für verschieden wirksamer Reinigung der Gefässe geschuldet. Er berichtet, dass B. ihm zu wiederholten Malen gestanden hätte, diesen Umstand nicht beachtet zu haben.

Für sein Gegen-Experiment, das er einer Kommission der Académie des Sciences, bestehend aus *Dumas, Boussingault* und *Milne Edwards*, vorgeführt hatte, gibt *Pasteur* folgende Anweisungen:

«Den Urin in einem Gefäss auffangen, das ausgeflammt worden ist



und das man während des Erkaltens mit einem Wattepfropf verschlossen hat.

4o bis 50 cm Urin werden 10 Minuten lang in kochendes Wasser gehalten.

Nach seinem Erkalten den Säuregrad dieses Urins feststellen. In das abgebildete Glasgefäss mit den zwei ausgezogenen Ansätzen, das ausgeflammt worden ist, ein bestimmtes Volumen Kalilösung bringen, ausreichend für ((correspondant à)) 15 ccm des Urins, dessen Säuregrad festgestellt worden ist. Mit der Lötlampe das zweifach ausgezogene Gefäss oberhalb des Wattebausches schliessen.

Das Gefäss zehn Minuten lang im Kalziumchlorürbad auf 110° erhitzen. Erkalten lassen und das Gefäss aussen abwaschen, um das anhaftende Kalziumchlorür zu entfernen.

Oberhalb der Watte das Glasgefäss öffnen. 17—18 ccm Urin in den Teil, der keine Kalilauge enthält, einsaugen.

10 Minuten lang in kochendes Wasser von 100° tauchen. Abkühlen lassen.

15 ccm des Urins in den Kalilauge enthaltenden Teil bringen. Es bleiben so 2—3 ccm mit dem Kali unvermischten Urins zurück, die zur Kontrolle dienen können, ob der Urin durch die Temperatur, der man ihn ausgesetzt hat, sterilisiert worden ist. Ich wiederhole, dass dies für Urin gewöhnlicher ((convenable)) Azidität stets der Fall ist.

Das Gefäss im Brutschrank bei 50° aufbewahren.

Ergebnis: niemals Bildung von Organismen.» (Oeuvres II, 472/473)

Hiermit beschliesst *Pasteur* seinerseits die Debatte. Was *Bastian* der Kommission vorgetragen hat und ob und wie er auf dieses Experiment *Pasteurs* eingegangen ist, habe ich nicht ermitteln können. Ich gebe daher mit allem Vorbehalt nur noch eine Bemerkung des schon genannten Abbé *Moigno* wieder:

«Aber als der Tag, die Stunde, die Wahl der Richter und des Gebiets ((camp)) festgelegt waren, als man ihm das Versuchsprogramm mitgeteilt und abgelehnt hatte, gewisse Gelehrte, die ihm nicht sympathisch waren, auszuschalten und andere heranzuziehen, von denen er glaubte, dass ihre Auffassungen den seinen naheständen, reiste Dr. *Bastian* brüsk nach London ab . .»

Es scheint mir durchaus verständlich, dass man hiernach zunächst wenigstens auf dem Felde des Experiments *Pasteur* und *Tyndall* als die unbestreitbaren Sieger in diesem Kampfe betrachtete.

*

Überblickt man den Kampf der Experimentatoren um die Frage der Urzeugung, wie er hier in seinen markantesten Punkten dargestellt ist, so sieht man leicht, dass und warum er zu einigermassen befriedigenden Vorstellungen über die Biogenesis nicht führen konnte. All die vom Hauptproblem dieser Forschungen unabtrennbaren Fra-

gen der Systematik, der Strukturen und Strukturgesetzlichkeiten, der Physiologie, der Biochemie und Biophysik des «einfachsten Lebens» standen noch vor oder erst eben in den ersten Anfängen der Bearbeitung. Das musste natürlich auch gerade ein Anhänger der Urzeugungslehre wie *Bastian* sehr deutlich empfinden — er erklärt am Ende seiner «Evolution . .», dass ihm die Entdeckung und Erklärung der Stadien der Entstehung des Lebens «gegenwärtig eine nahezu hoffnungslose» Arbeit zu sein schiene, und meint, man solle diese Aufgabe von der Untersuchung der Wachstumserscheinungen her in Angriff zu nehmen suchen. (a. a. O. S. 186). Mit dem Aufschwung der Zytologie, der Biochemie und -physik im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts begann denn auch ein neuer Abschnitt der Lebensforschung in Bezug auf unsere Frage. *Abbe* hatte seit den sechziger Jahren die Immersionsobjektive sehr erheblich verbessert, die Vorbereitungs- und Färbetechnik hatte in der gleichen Zeit grosse Fortschritte gemacht (*Waldeyer* führte 1863 das Hämatoxylin, *O. Hertwig* 1875 das Boraxkarmin ein). Nach dem Vorgang von *His* und anderen machte man seit den siebziger Jahren vom Mikrotom allgemeineren Gebrauch. *Schneider, Buetschli, Hertwig, Strassburger* entdeckten und beschrieben 1873—1876 die Mitose. Von den Brüdern *Hertwig*, von *Buetschli* und *Fol* wurde die Verschmelzung der Zellkerne bei der Befruchtung sicher beobachtet. («Omnis nucleus e nucleo!») *Du Boys-Reymonds* Elektrophysiologie, *Wilhelm Pfeffers* Osmoseversuche usw. usf. — all diese Fortschritte der Erkenntnis und der Forschungstechnik drängten die Urzeugungslehre auf rein theoretisches, ja spekulatives Gebiet ab und entzogen ihr dann auch bald darauf ziemlich vollständig das aktive Interesse der Biologen.

Die Urzeugungstheorien, die so nach dem Siege der Abstammungslehre zunächst hervortraten, kann man grob in drei Gruppen einteilen: allgemein deszenztheoretisch-«progressionistische» — Allbeseelungs- und «kosmorganische» Theorien — speziellere chemische und physikalische Theorien. (Man sollte sie aber wohl insgesamt einfach als Spekulationen bezeichnen).

Ernst Haeckel trat zunächst mit seiner «Moneren»-Theorie hervor. Als «unentbehrliche Hypothese», als «ein logisches Postulat der philosophischen Naturwissenschaft», gefordert von «dem nüchternen Kausalitätsbedürfnis der menschlichen Vernunft» müsse man «die Entstehung der Moneren aus anorganischen Kohlenstoffverbindungen» annehmen. Nur für diesen strukturlosen «Urschleim» («Plasson»), den «ältesten materiellen Träger aller Lebenstätigkeit», jedoch «nicht einmal für die Entstehung der einfachsten Zelle» könne und müsse ein Urzeugungsprozess postuliert werden.

Bis jetzt sind solche strukturlosen Protoplasmaklümpchen nicht gefunden worden. Was *Thomas Huxley* als «Bathybius Haeckelii» auf dem Meeresgrunde gefunden zu haben glaubte, stellte sich als eine

anorganische kolloidale Substanz heraus, die wesentlich aus Gips bestand.

Haeckel fasste den *Urzeugungsprozess* als eine Art Kristallisationsvorgang auf. Er kam übrigens immer mehr zu der Überzeugung, dass schon die Atome beseelt seien und nahm als eine Art Elementarorganismen die «Plastidulen» — «Belebte Atomkomplexe» — an. Diese Allbeseelungslehre baute er in den «Welträtseln» und in seinem Alterswerk «Kristallseelen» noch weiter aus.

Carl Wilhelm Naegeli spricht in seiner «Mechanisch-physiologischen Theorie der Abstammungslehre» mit genau denselben Worten wie *Haeckel* die Meinung aus: «Die Urzeugung leugnen heisst das Wunder verkünden.» Auch für ihn war «die Entstehung des Organischen aus dem Unorganischen . . in erster Linie nicht eine Frage der Erfahrung und des Experiments, sondern eine aus dem Gesetze der Erhaltung von Kraft und Stoff folgende Tatsache.» Jetzt noch müsse Urzeugung überall stattfinden, wo die Verhältnisse die nämlichen wären wie in der Urzeit (als die Erdoberfläche bis zu der das Leben gestattenden Temperatur abgekühlt war). Doch sind *Naegeli* auch *Haeckels* «Moneren» nicht einfach genug. Lebende Tröpfchen homogenen, ungeformten und ungegliederten, «bloss aus Albuminaten» bestehenden Plasmas, entständen wahrscheinlich «in der benetzten oberflächlichen Schicht einer fein porösen Substanz (Lehm, Sand), wo die Molekularkräfte der festen, flüssigen und gasförmigen Körper zusammenwirken» aus kohlensaurem Ammoniak, von dem aus der Prozess «einerseits durch Harnstoff oder cyansaures Ammoniak und weiterhin durch stickstoffhaltige Verbindungen wie Asparagin usw., andrerseits durch weinsaures Ammoniak usw. zu eiweissartigen Körpern» hinüberführe, «wie das auch bei der Ernährung der Pilze der Fall ist.»

Damit wäre nach *Naegeli* dann «von selbst auch Wachstum und Fortpflanzung, also Urzeugung gegeben.» Neue Eiweiss-«Micelle» würden sich zwischen den vorhandenen bilden, das Anwachsen der Plasmamasse würde sie früher oder später zum Zerfallen in zwei oder mehrere Massen veranlassen.

Mit der Zeit, wenn auch vielleicht sehr langsam, müssten dann Wachstum und Fortpflanzung zu nicht mehr regellosen oder doch nur von äusseren Umständen bewirkten, sondern «innerlich geordneten» Vorgängen werden. Dann erst wäre ein eigentlicher Organismus entstanden.

Die Reihe der Wesen, die *Naegeli* zwischen der «primordialen Plasmamasse» und den uns bekannten einfachsten Organismen annimmt, bezeichnet er als «Probien».

Das Zerfallen der primordialen Plasmamasse hinge noch durchaus nur von zufälligen äusseren Ursachen ab, sie wüchse daher zu beträchtlicher, aber ganz unbestimmter Grösse an, erst die innere Orga-

nisation vermöge «die Teilung zu beherrschen und die Kohäsion zu überwinden» — deshalb und weil sie Bewegung zeigten, seien *Haeckels* Moneren, die ja bestimmte Grössenordnungen innehielten, keine «Primordialplasma»-Klümpchen.

Die Urzeugung setze nicht einfach das Vorhandensein einer eiweissartigen Substanz, sondern *Eiweissbildung* voraus. «Denn nur wenn das Eiweiss entsteht, können die Micelle zu einer ihren Molekularkräften entsprechenden Konfiguration zusammentreten und nur durch fortgesetzte Eiweissbildung können sie beim Wachstum diesen Charakter bewahren.»

Es sei daher unmöglich, «irgend etwas Organisiertes auf künstlichem Wege darzustellen. Denn alle Organisationen sind unter dem Einfluss von micellaren Verhältnissen und molekularen Kräften entstanden, welche bloss in dem betreffenden Organismus vorhanden sind und sich nicht nachahmen lassen.»

«Das Leben einer Plasmamasse beruht also darin, dass die eigentümliche Konfiguration ihrer Struktur unangetastet bleibe, und zwar kommt es dabei sicher nur auf die Konfiguration des idioplasmatischen Systems an.»

Der Satz, dass es unmöglich sei, irgend etwas Organisiertes auf künstlichem Wege darzustellen, meint offenbar, dass man niemals lebende Wesen mit einer aus der Versuchsanordnung voraussagbaren Struktur werde erzeugen (aus Anorganischem entstehen lassen) können; der Weg der experimentellen Urzeugung müsse also über die Eiweiss-Synthese zu den «Probien« führen.

Wie *Bastian* ist auch *Naegeli* der Meinung, dass von den jeweils neu entstandenen Probien neue Stammbäume des Organismenreiches ausgehen könnten: «Die Urzeugung und mit ihr der Beginn von aufsteigenden Reihen hat wie im Anfange, so auch späterhin jederzeit stattgefunden und findet auch jetzt noch statt.« (S. 15)

Der Formenreichtum des Lebendigen ist für Naegeli in dem dem Lebendigen innewohnenden «Vervollkommnungsprinzip» oder «Prinzip der Progression» und der Anpassung begründet. Das genannte Prinzip stellt für ihn «das Beharrungsgesetz im Gebiet der organischen Entwicklung» dar, nach dem das Lebendige stets zu «komplizierterem Bau und zu grösserer Teilung der Arbeit» fortschritte.

*

Während so *Haeckel* und *Naegeli* sowohl die Notwendigkeit der Annahme einer Urzeugung als auch die Gründe dafür, dass sie im Experiment bisher nicht erreicht worden war, darzutun versuchten, wurden von Anderen Hypothesen entwickelt, die eine «Ewigkeit des Lebens» als mit den wechselnden Bedingungen der Weltzeitalter verträglich erscheinen lassen sollten. *H. E. Richter* (1865), *W. Thomson / Lord Kelvin* (1871), *H. Helmholtz* (1876), *v. Bunge* (1905) und schliesslich *Svante Arrhenius* (1908) vertraten eine von *W. Preyer*,

der ihr auch eine Zeitlang zuneigte, «Kosmozoenhypothese» genannte Auffassung. Danach wurde irgendeine primitivste Lebensform einst in Gestalt von kleinsten Mikroorganismen oder von Vorstufen der lebendigen Substanz aus dem Weltraum oder von andern Weltkörpern einmal oder zu wiederholten Malen auf die Erde verpflanzt, entweder im Innern von grossen Meteorsteinen oder auch *(Arrhenius)* durch den Strahlungsdruck des Lichtes.

Es ist deutlich, dass der eigentliche Sinn dieser Hypothese darin liegt, dass sie die Frage nach der Abiogenesis «verbietet». So ist sie auch ziemlich allgemein aufgefasst und als unbefriedigend abgelehnt worden.

G. Th. Fechner (Einige Ideen zur Schöpfungs- und Entwickelungsgeschichte der Organismen, 1873) und *W. Preyer* (Die Hypothesen über den Ursprung des Lebens, in: Naturwissenschaftliche Tatsachen und Probleme, 1880) lehnten sowohl die Urzeugungs- als auch die Kosmozoenhypothesen als gleich unwahrscheinlich ab. Ihnen schien eine Umkehrung der ganzen Fragestellung brauchbarer zu sein: Zuerst, und zwar von Ewigkeit her, war das Lebendige, aus ihm schied sich im Laufe der Erd- (Gestirns-) Entwicklung das Anorganische aus.

Fechner sieht das Wesen des Lebens in einem «organischen Bewegungszustand». Das Sonnensystem zeige «in dem Verhältnisse der Himmelskörper, welche darin eingehen, ein Bild von dem Verhalten der Teilchen in einem organischen Molekül.» (a. a. O. S. 3) Es bestände aber in der Welt ein «Prinzip der Tendenz zur Stabilität», die anorganischen Moleküle befänden sich in einem der vollen Stabilität näheren Bewegungszustande, aus obigem Prinzip folge also, dass die Entwicklung im Grossen und Ganzen vom Organischen zum Anorganischen verlaufen müsse, nicht ungekehrt. Die gesamte Urmaterie war nun nach *Fechner* ein einheitliches, gewaltiges, dunkles und kaltes Urgeschöpf von «kosmorganischer» Beschaffenheit, in der durch Gravitation «organische Bewegungen» erzeugt wurden. Kosmorganisches Leben zeigten auch die Weltkörper, die sich aus der Urmaterie zusammenballten, also auch die Erde. Bei der fortschreitenden Verdichtung der Materieverteilung trat dann eine «Umwandlung der kosmorganischen Bewegungen in molekulare» ein, die «überall durch den molekular-organischen Zustand durchging». Dieser aber erhielt sich schliesslich nur auf der heutigen Erdoberfläche, wo die durch die Verdichtung erzeugte Erhitzung durch die Ausstrahlung und Abkühlung genügend kompensiert war. Festland, Urmeer und Atmosphäre waren von einem dicht «zusammenhängenden organischen Bläschenschaum» bedeckt bezw. «durchwoben», der sich dann in Organisches und Anorganisches im heutigen Sinne «differenzierte».

Für *W. Preyer* ist «Leben . . Bewegung diskreter Teile», doch stellt er keine Spekulationen über die Art dieser Bewegung an. «Das Zu-

standekommen des Bewegungskomplexes 'Leben'» . . sei «an eine bestimmte Art der Anordnung der Teile gebunden . . welche wir noch nicht kennen und welche zu jeder Zeit irgendwo verwirklicht gewesen sein muss.» Das «Lebensfähige» sei nie entstanden, «sondern der Bedingungskomplex, welcher erforderlich ist, gerade die gegenwärtigen Formen der belebten Wesen unserer Erde ins Leben zu rufen und am Leben zu erhalten, der ist entstanden, d. h. nicht immer gewesen.» . .« Lebende und lebensfähige Kombinationen von materiellen Teilen haben zu jeder Zeit irgendwo im Weltraum existiert und überall da weitergelebt, wo bestimmte äussere Bedingungen realisiert waren.» (a. a. O. S. 316/17)

«Wir sagen also nicht, dass das Protoplasma als solches vom Anfang der Erdbildung an war, auch nicht, dass es als solches anfanglos anderswoher von aussen aus dem Weltraum auf die abgekühlte Erde einwanderte, noch weniger, dass es sich aus anorganischen Körpern auf dem Planeten ohne Leben zusammengesetzt habe, wie es der Urzeugungsglaube will, sondern wir behaupten, dass die anfanglose Bewegung im Weltall Leben ist, dass das Protoplasma notwendig übrig bleiben musste, nachdem durch die intensivere Lebenstätigkeit des glühenden Planeten an seiner sich abkühlenden Oberfläche die jetzt als anorganisch bezeichneten Körper ausgeschieden worden waren, ohne dass sie wegen fortschreitender Temperaturabnahme der Erdhülle in die nach und nach auch an Masse abnehmenden heissen Flüssigkeiten wieder eintreten konnten.»

Und schliesslich: . . «man könnte sogar, den Kampf um das Dasein auf alle Körper ausdehnend, den Nachweis versuchen, dass notwendig mit der Abkühlung die Elemente des Protoplasmas in gerade dieser Verbindung vermöge ihrer physischen und chemischen Eigenschaften und in der Hitze im Laufe der Jahrtausende durchgemachten Bewegungszustände übrig bleiben mussten.» (a. a. O. S. 60/61)

L. Rhumbler (Anorganisch-organismische Grenzfragen des Lebens, in: *Driesch-Woltereck,* Das Lebensproblem, 1931) bemerkt zu den Fechner-Preyerschen Hypothesen: «Diese Theorien, die in ihrer näheren Ausführung zwar nicht so abstrus sind . . vermeiden nur scheinbar die Frage der Urzeugung. Sie geben dem Begriff des Lebens eine unmotiviert weite Ausdehnung und verraten uns nicht, wie tierische und pflanzliche Leiber aus Gas und Flüssigkeiten sich kondensiert haben sollen. Gerade diese konstruktive Kondensierung des Organismischen aus anderem Material heraus ist aber der Inhalt der Urzeugungsfrage.» (S. 19)

*

E. *Pflueger* versuchte 1875 eine, wie *Rhumbler* sich ausdrückt, «wesentlich näherliegende Verankerung der Urzeugung im Gebiet des Anorganischen» in seinem Aufsatz «Über die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen» (Pflügers Archiv

für die gesamte Physiologie . ., Bd. 10) durch die «Cyanhypothese». Lebendiges, im Stoffwechsel begriffenes Eiweiss sei totem Eiweiss gegenüber durch den Besitz des Cyanradikals (CN) ausgezeichnet. In Verbindung mit der Einfügung von Sauerstoff in das Eiweissmolekül (durch die Atmung) verliehe das Cyan dem lebendigen Eiweiss seine hohe Selbstzersetzungsfähigkeit. — «Wenn man an den Anfang des organischen Lebens denkt, muss man nicht Kohlensäure und Ammoniak primär ins Auge fassen. Denn beide sind das Ende des Lebens, nicht der Anfang.» . . «Der Anfang liegt vielmehr im Cyan.» Das Cyan nun sowohl wie auch Kohlenwasserstoffe, Alkoholradikale und andere Bestandteile des Eiweiss entstehen synthetisch aus ihren Komponenten in der Glühhitze. «Man sieht, wie ganz ausserordentlich und merkwürdig uns alle Tatsachen der Chemie auf das Feuer hinweisen, als die Kraft, welche die Konstituenten des Eiweisses durch Synthese erzeugt hat. Das Leben entstammt also dem Feuer und ist in seinen Grundbedingungen angelegt zu einer Zeit, wo die Erde noch ein glühender Feuerball war.» . . «Erwägt man nun die unermesslich langen Zeiträume, in denen sich die Abkühlung der Erdoberfläche unendlich langsam vollzog, so hatten das Cyan und die Verbindungen, die Cyan- und Kohlenwasserstoffe enthielten, alle Zeit und Gelegenheit, ihrer grossen Neigung zur Umsetzung und Bildung von Polymerien in ausgedehntester Weise zu folgen und unter Mitwirkung des Sauerstoffes und später des Wassers und der Salze in jenes selbstzersetzliche Eiweiss überzugehen, das lebendige Materie ist.»

Mit einer ähnlichen chemisch-physikalischen Hypothese trat 1899 *F. J. Allen hervor* (What is Life?, in: Proceedings of the Birmingham Nat. Hist. and Philos. Society, Vol 11, Part I). Für ihn ist jedoch wie für *Haeckel* das Vorhandensein von tropfbarem Wasser eine unerlässliche Vorbedingung der Entstehung des Lebens. Von den wesentlichen chemischen Elementen der lebenden Substanz, N, C, H, O, S, Fe sei der Stickstoff vor allem dadurch für die Urzeugung besonders geeignet, dass seine chemischen Verbindungen sehr aktiv sind und dadurch leicht der Zersetzlichkeit anheimfallen, wie sie vom organismichen Stoffwechsel verlangt wird. Vermutlich spiele dabei der Sauerstoff eine grosse Rolle, indem er fortwährend dem Stickstoff chemisch angefügt würde, um dann diesem durch die stärkeren Affinitäten zu Wasserstoff und Kohlenstoff unter Bildung von Wasser und Kohlensäure wieder entrissen zu werden, was mit einer erheblichen Energieproduktion verbunden ist. Zur Zeit, als das Wasser sich auf der Erde niedergeschlagen hatte, waren die schwereren, stabileren, unlöslichen Verbindungen zu Boden gesunken, die labileren, zersetzlicheren waren teils in Gasform in der Luft, teils im gelösten Zustande im Wasser enthalten. Durch die feuchte, warme, elektrisch hochgespannte Atmosphäre zuckten fortwährend Blitze und durch diese Entladungen entstanden, wie in geringerem Umfange heute noch, Ammoniak und

Oxyde des Stickstoffs, die vom Regen niedergerissen und gelöst wurden. Im Wasser war Kohlensäure in reichlicher Menge vorhanden, und die Chloride, Sulfate, Phosphate der Alkalien und Metalle waren im Wasser gelöst. So traten unter günstigen Bedingungen die Elemente in Wechselbeziehungen, aus denen sich die erste lebendige Substanz, im wesentlichen der heutigen ähnlich, kombinieren konnte. Auf Einzelheiten geht *Allen* nicht ein, erwähnt nur als mögliche Vermutung, dass das Eisen als Sauerstoffüberträger (wie im Hämoglobin) fungiert haben könnte.

Eine Lehre, nach der die lebendige Substanz sich nicht anders als ein Kristall aus geeigneten Lösungen ausschiede, und zwar «unter dem Einfluss elektrischer Spannungen infolge chemischer Differenz», soll nach *E. O. v. Lippmann* der Stuttgarter Zoologe *Jaeger* aufgestellt haben. Näheres darüber konnte ich bislang nicht in Erfahrung bringen.

Ähnliche Hypothesen wie *Pflueger* und *Allen* haben *Zehnder* (1899), *Verworn* (1903), der die «lebendigen Eiweisskörper» Biogene nannte, *B. Weiss* (1907), *P. Jensen* (1907) und in allerjüngster Zeit *A. I. Oparin (1936)* aufgestellt. Ich beschränke mich darauf, einen Teil des Referats von *Joh. Dembowski* in: Berichte über die wissenschaftliche Biologie, Bd. 41, S. 145 (1937) über *Oparins* Buch «Der Ursprung des Lebens auf der Erde» (russisch) hier wiederzugeben:

«Nur im Prozess einer langen Entwicklung einer primär gebildeten Substanz organischer Art konnte sich selbst das einfachste Lebewesen auf der Erde bilden . . . In der Fähigkeit des an sich nicht organischen C, lange Atomketten zu bilden und Verbindungen mit andern organogenen Elementen einzugehen, schlummert die Möglichkeit, unter gewissen Bedingungen den Anfang für organische Verbindungen zu bilden. Wie spektroskopische und geochemische Forschungen beweisen, konnte der Kohlenstoff auf der Erdoberfläche nicht in Form freier Kohlensäure, sondern von Kohlenwasserstoffen auftreten, und zwar unter Berücksichtigung der für jene Erdperiode charakteristischen Temperaturen zunächst in Form von freien Radikalen, die sich gegenseitig zu ungesättigten Kohlenwasserstoffen der Äthylen- und Acetylenreihe vereinigten. Diese Verhältnisse sind uns aus den Vorgängen beim Krackprozess zur Genüge bekannt. — Die Kohlenwasserstoffe müssen auf Kosten des im Wasser gebundenen Sauerstoffs eine Oxydation durchgemacht haben. Zusammen mit dem sich bildenden Ammoniak bildeten sie Amine, Amide usw., so dass in der primären Hydrosphäre der Erde Lösungen organischer Stoffe vorhanden waren, deren Moleküle neben Kohlenstoff H, 0 und N enthielten. Kennzeichnend für diese Verbindungen sind die ungeheuren chemischen Möglichkeiten, die sich aus den Eigenschaften der sie bildenden Atome und ihrer Anordnung in den Molekülen ergeben. Daher konnten in den Lösungen dieser organischen Verbindungen die verschiedensten

chemischen Reaktionen, Oxydationen, Reduktionen, Kondensationen, Polymerisationen zwischen ihnen erfolgen. Diese Prozesse führten zur Bildung komplizierter hochmolekularer Vereinigungen, ähnlich denen, die heute die Körper der Pflanzen- und Tierwelt aufbauen. Auf einem solchen Wege konnten auch die biologisch wichtigsten Verbindungen, die Eiweisstoffe, entstehen.

Bei der Vermischung der kolloidalen Lösungen der Eiweissverbindungen erfolgte die Entstehung besonderer Gebilde, der Koazervate (*de Jong*, 1932), halbflüssiger Kolloide, wobei sich der organische Stoff an bestimmten Punkten konzentrierte, sich durch eine mehr oder weniger scharfe Grenze vom Lösungsmittel abgrenzte und in sich eine elementare Struktur herausarbeitete. So entstanden individuelle Gebilde, die auf Grund ihrer spezifischen physikalisch-chemischen Struktur organische Stoffe der Umgebung adsorbieren und verarbeiten konnten. Mit dem sich daraus ergebenden Wachstum ging Hand in Hand eine Veränderung der inneren Struktur der Koazervate, und nur diejenigen unter diesen Individuen, bei denen diese Veränderungen progressiven Charakter hatten, erwarben sich das Recht auf Weiterexistenz. Auf diese Weise trat eine natürliche Auswahl besonderer Art in Erscheinung, die schliesslich zur Entstehung von Systemen führte, in denen Fermentsysteme auftraten, die eine gegenseitige Koordination biochemischer Prozesse herausarbeiteten. Auf diese Weise entstanden die ersten primitiven Organismen.

Die älteste Form der Ernährung der Organismen war nicht die autotrophe sondern die heterotrophe. Was den Energiestoffwechsel betrifft, so stellt der Typ der Buttersäuregärung eine primäre und noch unvollkommene Stufe dar, auf späteren Entwicklungsstadien treten als geregeltere Formen die Milchsäure- und alkoholische Gärung auf. Aber eine lange Zeitspanne hindurch basierte der ganze Stoffwechsel nur auf anaerober Fermentation, da die Erdatmosphäre zu dieser Zeit noch keinen Sauerstoff enthielt. Er bildete sich erst viel später als Resultat der Fähigkeit zu photochemischen Reaktionen. Diese ermöglichten zunächst nur eine rationellere Ausnutzung der fertigen organischen Stoffe und waren nicht die Grundlage für eine autotrophe Ernährung. Erst später entstanden Systeme zu einer solchen Ernährung auf Grund der Photo- oder der Chemosynthese. Die Fähigkeit der Atmung trat erst auf, als in der Luft eine beträchtliche Sauerstoffmenge vorhanden war. Der innere chemische Mechanismus, der es erlaubt, den Sauerstoff in seiner ganzen Ausdehnung für den Energiestoffwechsel auszunutzen, trat nur als zusätzliche Vervollkommnung des primären anaeroben Stoffwechsels auf . . . Die riesige Aufgabe der Zukunft besteht in der Erforschung der einzelnen Etappen des gekennzeichneten Entwicklungsprozesses; dazu ist aber vorher notwendig eine Erforschung des Eiweissmoleküls, des Baues kolloidaler organischer Körper, das Studium von Fermentsystemen, Protoplasma-

strukturen usw. Dieser schwierige und lange Weg wird uns zur Erkenntnis des Lebens führen.»

*

Zwei gemeinsame Züge scheinen mir an all diesen Hypothesen — soweit sie nicht die «Ewigkeit des protoplasmatischen Lebens» annehmen — vor allem bemerkenswert. Einmal handeln sie alle ausschliesslich von der «Archebiosis» (im Sinne *Bastians)*, dann aber streben sie alle weit mehr danach, mit der unabweislich erscheinenden Annahme, dass (protoplasmatisches) «Leben» einmal aus «Nicht-Leben» hervorgegangen sei, einige plausible Vorstellungen über das «Wie» dieses Prozesses zu verbinden, als nach einer durchgängigen Erfassung der Dynamik der Lebenserscheinungen und ihrer Einordnung in die Dynamik des Naturgeschehens überhaupt. Unter dem frischen Eindruck des Sieges der Deszendenzlehre treten diese Hypothesen noch kühn und siegessicher hervor — vor allem bei *Haeckel* —, mit dem immer riesigeren Anwachsen des Tatsachenmaterials der Lebensforschung aber musste es immer aussichtsloser erscheinen, dass eine einigermassen befriedigende Hypothese über die Biogenese schon jetzt aufgestellt werden könnte. Folgende Sätze *L. Brüels* (aus dem Artikel: «Zelle und Zellteilung, zoologisch» im Handwörterbuch der Naturwissenschaften, II. Auflage, Bd. X, Jena 1935) scheinen mir für die Problemlage charakteristisch:

«Stoffwechsel erhält das Leben, chemische Umsetzungen liefern der Zelle die Energie, die für Bewegung usw. verbraucht wird: ein chemisches System mit leicht und immer neu gestörtem Gleichgewicht liegt vor. *Die Ordnung, die bestimmte und doch umregulierbare Richtung des Ablaufs ist das Rätselhafteste immer gewesen* . . .» (Unterstreichung von mir).

Es kann daher nicht wundernehmen, dass gerade das von der streng empirischen, metaphysikfreien Einzelforschung in so riesigen Mengen zusammengetragene Material dazu beitrug, die metaphysischen Gedankengänge des Vitalismus, der zunächst überwunden schien, im «Neovitalismus» (v. *Rindfleisch* 1888) an dieser Frage der «Ordnung», der «Gerichtetheit», «Zielstrebigkeit», «Planmässigkeit» des Lebendigen wieder auferstehen zu lassen.

Auf die ausserwissenschaftlichen Hintergründe der vitalistischen (und wohl auch der älteren naiv-mechanistischen und neuerer, «vermittelnder«) Einstellungen einzugehen, ist hier nicht der Ort. (Der Vitalist v. *Uexkuell* sagt: »Letzten Endes wird auch die Vorstellung des Organismus davon abhängig sein, welcher Weltanschauung der einzelne Forscher huldigt.») Hier soll nur angedeutet werden, wie bei fortdauerndem Fehlen eines unbestritten gelungenen Urzeugungs-Experiments die Frage der Entstehung des Lebens durch den erneuerten Grundlagenstreit auch aus der theoretischen Biologie langsam herausgedrängt wurde. *Rudolf Ehrenberg* beispielsweise, der in seiner

«Theoretischen Biologie vom Standpunkt der Irreversibilität des elementaren Lebensvorganges» (Berlin 1923) vitalistischen Gedankengängen dadurch zu entgehen trachtet, dass er den «gerichteten Ablauf» der Lebensvorgänge einem «Gesetz der Lebensnotwendigkeit des Todes» zuordnet, das «ein biologisches Analogon des Entropiesatzes» sei, bemerkt zu unserer Frage (S. 271): «Eine Entwicklungstheorie mit der Urzeugung am Anfang, der durch Kreuzung, Mutation und Selektion bewirkten Formwandlung im Fortgang, beginnt also mit einem Allerunwahrscheinlichsten, um festzustellen, dass alles weitere den statistischen Gesetzen folgt. Das ist ein unerträglicher Zustand. Die Folgerung kann nur die sein, dass die Entstehung des Lebens auf Erden für die Biologie kein lösbares Problem sein kann. Die bekannte Meteoritentheorie, die Idee der Infektion des Weltraums mit kleinsten Lebenskeimen leistet, indem sie das Problem verschiebt, das Einzige, was zu leisten ist.»

Doch dieselbe Entwicklung, die zur Resignation in Bezug auf die spekulative Lösung des Urzeugungsproblems drängte, eröffnete natürlich andererseits neue Wege, indem sie die Vorstellungen von einer scharfen Grenze zwischen Anorganismischem und Organismischem mehr und mehr auflöste. So fährt denn auch *L. Brüel* in dem erwähnten Artikel fort: «Da haben wir nun — zunächst theoretisch — gelernt, wie in den Oberflächenerscheinungen mehrphasiger und so kleindimensionaler Systeme wahre Riesenkräfte, z. B. osmotischer, elektrischer Natur, zur Verfügung gelangen und wie durch solche Mittel *die chemischen Vorgänge und alle von diesen Energiequellen gespeisten Zustandswandlungen räumlich und zeitlich geordnet werden können. Eine chemische Organisation scheint uns möglich* und erklärt ungeahnt vieles an den vitalen Geschehnissen.» (Unterstr. im Original).

Die Bestrebungen, «die Fragen nach dem Leben und nach der Urzeugung auf Grund von Analogien physikalischer und chemischer Erscheinungen zur Lösung zu bringen» (v. *Lippmann*), gründeten sich vor allem auf Ergebnisse der Kristallforschung, der Kolloidik und gewisser strukturchemischer Untersuchungen, die an *Pasteurs* Forschungen über die molekulare Dissymmetrie anschlossen. Auch das Studium der Diffusion und der Entmischungserscheinungen von ineinander unlöslichen Flüssigkeiten förderte manche überraschenden Analogien zutage. *Quincke, Buetschli* und *Rhumbler* vor allen haben sich mit der «Methodik der Nachahmung von Lebensvorgängen durch physikalische Konstellationen» beschäftigt. (Siehe besonders des letzteren Arbeit unter vorstehendem Titel in *Abderhaldens* «Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden», Abt. V, Teil 3 A (1921), S. 219—440, sowie sein Sammelreferat «Aus dem Lückengebiet zwischen organismischer und anorganismischer Materie» in «Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte», Bd. XV, 1906, S. 1—38).

Ich greife im folgenden einige besonders interessante Versuche die-

ser Art heraus, wobei ich im wesentlichen *Rhumblers* Darstellung folge.

J. Butler-Burke (On the spontaneous action of radio-active bodies on gelatin media — in: Nature, V. 72, Nr. 1856, 25. Mai 1905) machte Gelatine keimfrei und brachte unter den üblichen antiseptischen Vorsichtsmassregeln 2½ mg Radiumbromid auf die Oberfläche der Gelatine. Nach ungefähr 24 Stunden bei diesem, nach 3—4 Tagen bei andern Experimenten mit Radiumchlorid, zeigte sich auf der Oberfläche der Gelatine eine eigentümliche Kultur von rundlichen Gebilden, die ungefähr 0,0003 mm erreichten und sich teilten, wenn sie grösser wurden; zuweilen entstanden dabei rosettenähnliche Anordnungen. Kontrollgläser ohne Ra zeigten keine solchen oder ähnlichen «Radioben».

Bei Erhitzung der Kultur verschwanden die bakterienähnlichen Formen, waren jedoch nach einigen Tagen wieder mikroskopisch nachweisbar. In warmem Wasser lösten sie sich auf. Auf frische Nährlösung übertragene Subkulturen gelangen nicht. Das Wachstum der übertragenen Masse war nach Monatsfrist äusserst geringfügig und für jedes Bakterienwachstum sicher zu klein.

Rudge (Proceedings of the Cambridge phil. Society, 1906) gelang es zunächst, mit Baryum- und auch mit Kalzium- und Strontiumsalzen ähnliche Wachstumserscheinungen auf Gelatine hervorzurufen. Er gab folgende Erklärung: Ursache der vermeintlichen Zellbildung sind schwefelsaure und schwefligsaure Verbindungen, an denen stark gebleichte Gelatine-Sorten (die Bleichung geschieht mit schwefliger Säure) reich sind; sie schlagen aus den Salzen des Radium, Baryum, Strontium oder Kalzium unlösliche Salze nieder, deren einzelne Partikelchen die «Kerne» der künstlichen Zellen vorstellen, während die Zellen selbst aus kleinen, beim Ausfallen der Salze entstehenden Vakuolen bestehen. — Befreit man Gelatine sorgfältig von Schwefelsäure und schwefliger Säure, so treten nach langer Einwirkung von Radiumsalzen keine Radioben auf, dagegen sofort nach Zugabe minimaler Spuren von schwefelsauren Salzen, von denen schon gewöhnliches Wasser genügend enthält. Mit gewöhnlichem Wasser kann man auch in Gummi und anderen gelatinösen Stoffen die Radioben erzielen, die natürlich nur die äussere Form mit organismischen Zellen gemeinsam haben. —

Über *Martin Kuckucks* «Baryum-Cytoden» und *Raphael Dubois*' «Eoben» habe ich nähere Angaben nicht finden können. Die Namen lassen vernuten, dass es sich um ähnliche Erscheinungen wie die von *Butler-Burke* beobachteten handelt. In *W. Guttmann*, Medizinische Terminologie, 10. u. 11. Auflage (1919) finde ich folgende Angabe: «*Mikrobioide (R. Dubois):* Bakterienähnliche organisch-mineralische Gebilde, die in Gelatinebouillon entstehen, wenn man Radiumchlorür auflegt.» —

Littlefield (nach *Rhumbler* 1906) beobachtete in Tropfen einer Mischung von gleichen Volumen 33%iger Kochsalzlösung und 90%igem Alkohol mit etwas Ammoniak, die eine halbe Stunde in Mischschalen unter einer Glasglocke gestanden hatte, neben Kochsalzkristallen auch Kristalle, aus denen kleine ovale oder rundliche Gebilde hervorgingen, die er für Lebewesen hielt, da sie Wachstum und Amöboidbewegungen zeigten.

W. Roux berichtete in der «Umschau», Jahrg. 1906, Nr. 8 (war mir nicht zugänglich) u. a. über seine Nachprüfung der *Littlefield*schen Versuche. Nach ihm handelt es sich zunächst um Entmischungserscheinungen mit Strömungen und Figurenbildung der auseinandertretenden Bestandteile auf Grund ungleicher Benetzungsfähigkeit der Glasplatte (Objektträger) unter Kristallausscheidung. Die zahlreichen blassgelblichen, runden oder ovalen, platten, scheibenförmigen Gebilde, *Littlefields* «Lebewsen», schienen *Roux* «beim Eintrocknen verbliebene Reste oder Niederschläge von Substanz auf unreinen Stellen der Platte» zu sein. Auch Tropfen sich kondensierenden Alkoholdampfes an Gefässwandungen zeigten ähnliche Erscheinungen.

A. Wielers «sprosspilzartige Gebilde», über die er nach der mikroskopischen Untersuchung von 90 Niederschlägen von Salzen des Ca, Ba, Mg, Al, Zn, Cd, Be, Ag, Cu, Pb, Fe, Co, Ni, Mn — gefällt durch K-, Na-, Ammoniumkarbonat, Na-Bikarbonat, phosphorsaures Kalium, K-azetat, Jodkalium, Borax, Oxalsäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Kalilauge, Ammoniak — in den «Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft» V. 22 (1904) S. 541—44 berichtete, haben (nach *Rhumbler* 06) «eine befriedigende physikalisch-chemische Erklärung nicht gefunden.» Der praktische Wert dieser und ähnlicher Beobachtungen besteht wohl wesentlich in den vielfältigen Anregungen, die sie für die Erforschung der Zellphysik ergaben. Das gleiche gilt für die nach dem Vorgang von *Moritz Traube* besonders von *G. Quincke* und *Stefan Leduc* untersuchten Niederschlagsmembranen; Metallsalzvegetationen und sogenannten künstlichen Zellen. (Durch *Traubes* Experimente wurden zuerst die semipermeablen Membranen erzeugt, mit denen *W. Pfeffer* und *van t'Hoff* ihre osmotischen Untersuchungen durchführten).

Über die besonders durch *Leduc* bekanntgewordenen «künstlichen Vegetationen» äussert sich *Paul Kammerer* (Allgemeine Biologie, 2. Aufl., Stuttgart/Berlin 1920) wie folgt: «Die . . Hypothese von der erdheimatlichen Entstehung des Lebens hat jüngst durch physikalische Vorgänge grosse Förderung erfahren. Der osmotische Druck . . . lässt in Versuchen von *Leduc, Quincke, Benedikt* und *Stadelmann* anornische Stoffe zu champignon-, ast- und gliedmassen-ähnlichen Gebilden heranwachsen, die bestimmten Gruppen und Arten von Lebewesen täuschend ähnlich sehen. Bedeckt man z. B. den Boden einer Kristallisierschale mit reinem Sand, streut verschieden grosse Kristalle von chromsaurem Kali, Eisen- und Kupfersulfat darüber und füllt dann

die Schale, die an ruhigem Orte stehen bleibe, mit verdünntem Wasserglas, so entwickelt sich ein scheinbarer Pflanzenwuchs aus blauen, grünen und braunen Bäumchen. Besonders frappierend wirkt es, dass die osmotischen Gebilde, wenn sie unter Süsswasser zustande kommen, tatsächlich in Binnengewässern vorkommende Formen, Fadenalgen, Schimmelpilze, Moose, Malermuscheln u. dgl. kopieren; wenn sie aber unter Seewasser wuchsen, im Meere lebenden Formen, wie Röhrenwürmern, Napfschnecken, Austern, Hydroidpolypen, Aktinien, Kalkalgen usw. ähneln. Nicht bloss in den äusseren Formen, sondern auch in der inneren, zelligen Struktur, in Verhältnissen des Stoffaustausches und Wachstums haben die osmotischen Gebilde viel Übereinstimmendes mit echten Lebewesen. Insbesondere *Leduc* hat denn auch aus seinen Erzeugnissen weitgehende Schlüsse für die Entstehung des Lebens gezogen: nicht bloss die Urzeugung einzelliger Organismen, sondern selbst höherer Pflanzen und Tiere bis zu den Wirbeltieren hinauf wäre durch sein Verfahren klar geworden.» (S. 24)

Leduc hat auch auf die ausserordentlich zellähnlichen Diffussionsgebilde aufmerksam gemacht, die man erhält, wenn man in eine Lösung Tropfen einer ihr nicht isotonischen anderen Lösung einträgt.

Otto Lehmann hat sich seit 1889 besonders um die Erforschung der bei den nach ihm so genannten «flüssigen Kristallen» auftretenden Erscheinungen bemüht. (Entdeckt wurden sie 1888 von Friedrich *Reinitzer*). «Flüssige Kristalle sind (nach *R. Brauns* im «Handwörterbuch der Naturwissenschaften», 2. Aufl., Bd. V, 1935, S. 1159f) homogene, chemisch reine Verbindungen, die in einem bestimmten Temperaturintervall Eigenschaften einer Flüssigkeit, den Mangel einer Elastizitätsgrenze, mit Eigenschaften eines Kristalls, mit Doppelbrechung verbinden. Mit Rücksicht auf diese Eigenschaften sind diese Körper anisotrope Flüssigkeiten, kristallinische Flüssigkeiten, doppelbrechende Flüssigkeiten, flüssige Kristalle, fliessende Kristalle, fliessend-weiche Kristalle genannt worden; eine bestimmte Gruppe davon, mit Rücksicht auf eigenartige Bewegungserscheinungen, scheinbar lebende Kristalle *(O. Lehmann)*. *G. u. E. Friedel* nennen die hier in Frage kommenden Stoffe mesomorph und unterscheiden eine smektische und eine nematische Phase, die sich mit *Lehmanns* fliessenden und flüssigen Kristallen decken würden. *D. Vorländer* aber hält diese Ausdrücke für vollständig verfehlt. *Fr. Rinne* nennt die flüssigen Kristalle parakristallin, d. h. feinbaulich durch Parallelisierung von Molekülen nach nur einer Richtung geordnet . .» Über Natur und Definition der flüssigen Kristalle bestehen also heute noch weitgehende Meinungsverschiedenheiten. Der Organismenvergleich freilich, der von *O. Lehmann* nach und nach unter Erweiterung des Lebensbegriffs bis zur Gleichsetzung vorangetrieben wurde, scheint von den Forschern (nicht aber den Naturphilosophen) ziemlich einhellig aufgegeben zu sein — in der Diskussion über flüssige Kristalle (bzw. den «mesomorphen Zustand»

und speziell die «eumesomorphen» Stoffe /*Wo. Ostwald*/) in Heft 1—4 der «Zeitschrift für Kristallographie», Abt. A., Bd. 79 (1931), wird er an keiner Stelle erwähnt.

Otto Lehmann bezeichnete als «scheinbar lebend» vor allem die von *D. Vorländer* zuerst beobachteten fliessenden Kristalle des Paraazoxyzimtsäureäthylesters (Fabr.: *E. Merck, Darmstadt*). Sie treten auf, wenn man diesen Stoff (ich folge hier wieder der Darstellung von *Rhumbler*, 1906) «mit einer Spur Lösungsmittel (zweckmässig: Monobromnaphtalin) befeuchtet und unter dem Mikroskop nahe bis zum Schmelzen erhitzt. Der Schmelzpunkt darf nicht überschritten werden, da sonst teilweise Zersetzung eintritt. Die Tropfen, welche etwa die Konsistenz von Olivenöl haben, sind nicht absolut kugelrund. Sie zeigen vielmehr an einer Stelle eine Art trichterförmiger Einsenkung, von deren Mitte ein gerader Strich bis zum Zentrum führt. Aus dieser Öffnung kann plötzlich ein zweiter Tropfen hervortreten, der sich durch ein zylindrisches Zwischenstück vom Muttertropfen abschiebt und abfällt, wenn er die Grösse der Mutterkugel erreicht hat. Dieser Fall ist indes relativ selten. Meist wächst die Knospe wurmförmig in die Länge und windet und krümmt sich . .» Neben diesen wurm- und schlangenförmigen Gebilden zeigen sich solche, die Infusorien, Amöben, Bakterien und Spermien täuschend ähnlich sehen. Es lassen sich Teilungen wie bei Bazillen beobachten, «ein Stäbchen kann» (nach *Lehmann*) «momentan in der Mitte durchbrechen, nachdem zuvor an der betreffenden Stelle von selbst eine Art Scheidewand aufgetreten ist, vorgetäuscht durch eigentümliche Lichtbrechung infolge von Zwillingsbildung.» Das Wachstum geschieht durch Einlagerung — nicht, wie bei festen Kristallen, durch Anlagerung —, dadurch erklärt *Lehmann* sich die Bewegungserscheinungen.

Otto Lehmann selbst näherte sich im Verlaufe siner Untersuchungen mehr und mehr dem Glauben *Haeckels* an die «Kristallseelen», während der nächst ihm wohl am meisten um die Erforschung dieser Erscheinungen verdiente *D. Vorländer* solche Vergleiche als unwissenschaftlich ablehnte.

Otto von Schroen entwickelte seine Anschauungen vom «Bioplasma» aus dem Studium von Kristallbildungen in geschlossenen hängenden Tropfen gesättigter kristallinischer Lösungen. Die dabei auftretenden Wachstums- und Teilungserscheinungen interpretierte er als Lebenserscheinungen. Das «Bioplasma», der universale Lebensbildner, tritt in einer Reihe von Modifikationen auf: das «Protobioplasma» erzeugt Gestirnskörper, das «Petroplasma» Kristalle, das «Phytoplasma» Pflanzen, das «Zooplasma» Tiere, das «Anthropoplasma» Menschen u. dgl. m. (nach *Rhumbler* 06).

Die zahlreichen Beobachtungen und Betrachtungen dieser Art haben zweifellos in hohem Masse dazu beigetragen, dass die verständliche Neigung der Spezialforscher, ihre Gebiete starr gegeneinander ab-

zugrenzen, das Studium dieser «Grenzfragen» niemals ganz aus der Wissenschaft verdrängen konnte und dass die «Verbotstafeln», die von vitalistischer Seite immer einmal wieder auf diesem Wege aufzurichten versucht wurde, stets von neuem umgeworfen wurden. Man darf wohl sagen, dass der eigentliche gesicherte Fortschritt hier wie auf andern Gebieten letzten Endes im beständigen Widerstreit voreiliger Verallgemeinerungen und übertrieben zweifelsüchtiger «Bescheidung» zustande kommt. Der Kampf, den *Lehmann, Vorländer* und *Schenk* um die Anerkennung der flüssigen Kristalle als solcher vor allem gegen *Van t'Hoff, Quincke, Tammann, Nernst führen* mussten, ist hierfür charakteristisch. (Im Jahre 1928 aber zählt *Albert Mary* gerade *Nernst* als einen derjenigen auf, die uns die flüssigen Kristalle «kennen gelehrt haben»).

Auf gleichen Pfaden wie *O. v. Schroen* wandeln z. B *M. Benedikt* («Kristallisation und Morphogenesis; biomechanische Studie», 1904), *Max Muenden* («Der Chtonoblast, die lebende biologische und morphologische Grundlage alles sogenannten Belebten und Unbelebten», 1906), *Hélan Jaworski* («Le Géon, ou la terre vivante», 1928), *Albert Mary* («La vie merveilleuse des minéraux» — Kap. 5 des vorgenannten Buches) u. a. m.

Unter denen, die hier vorsichtiger verfahren, indem sie sich auf *Analogien* beschränken, möchte ich *A. Dastre* («La vie et la mort», 1916, bes. Buch IV: La vie de la matière), *Hans Przibram* (s. bes. seine «Experimentalzoologie», Bd. 4: Vitalität, 1913, und: Die anorganischen Grenzgebiete der Biologie, insbesondere der Kristallvergleich, 1926), *Ludwig Rhumbler* (ausser den schon genannten Arbeiten: «Das Protoplasma als physikalisches System» in: Ergebnisse der Physiologie XIV, 1914) und *Friedrich Rinne* («Grenzfragen des Lebens», 1931 und «Beiträge zur biologischen Kristallographie» — vier Artikel im «Centralblatt für Mineralogie», Jahrg. 1931, Abt. A) erwähnen.

Friedrich Rinne vertritt, gestützt auf Untersuchungen *W. I. Schmidts* an lebenden und konservierten Samenfädchen von Sepia officinalis L. und eigene parallele Forschungen, die Meinung, dass die Spermien, genauer: die Chromatinsubstanz des Spermienkopfes, bei den flüssigen Kristallen eingereiht werden müssten. Sie zeigen nämlich:

«1. Eine Konsistenz, wie sie bei künstlichen flüssigen Kristallen gefunden wird.
2. Eine bei der betreffenden Substanz in allen Exemplaren gleiche, nicht durch sekundäre äussere, sondern durch innere Umstände veranlasste Doppelbrechung.» (Cbl. f. Min. 1931 A, S. 233/4).

Die Spermien stellen nach *Rinnes* Meinung «als für sich bestehende kleine Lebewesen . . . die zugleich die Charaktere gelig-flüssiger Kri-

stalle besitzen . . ein seit uralten geologischen Zeiten sich betätigendes Vermittlungsglied zwischen der anorganischen und der organischen Natur vor.» (Grenzfragen . . S. 63)

R. Brauns freilich hält an seiner schon im «Neuen Jahrbuch für Mineralogie . .» 1931, Referatenteil, I,1 verfochtenen gegensätzlichen Auffassung auch in dem schon genannten Artikel im HWB der Naturwissenschaften fest. Sein Hauptargument lautet: «Die Spermien sind äusserst inhomogene Körper, die flüssigen Kristalle sind homogen.» Und er beruft sich auf einen Satz von *Ar. Johnsen:* «Ohne Inhomogenität kein Leben! Inhomogenität ist ein fundamentales Kennzeichen der lebenden Substanz gegenüber dem Mineral oder Kristall.» (A. J., «Über den Unterschied von Mineralien und Lebewesen», 1930)

Der Hinweis *Rinnes* (Cbl. S. 238), «dass eine andere Komplikation, nämlich die zufolge molekularer Mischung, welche für organische Materie gilt, auch den flüssig-kristallinen Stoffen durchaus nicht fremd ist», wird freilich von *Brauns* nicht weiter beachtet. . .

Es mag übrigens in diesem Zusammenhang von Interesse sein, dass der französische Biologie *Le Dantec* die Spermatozoen (und Eier) nicht als Lebewesen bezeichnet haben will. Er sagt: «Die *reifen* Sexualstoffe, Spermatozoen und Eier, sind *tot;* sie sind unter den für die Art, der sie angehören, günstigsten Bedingungen unfähig zur Assimilation, sie sind unvollständig.» («La lutte universelle», 1920, S. 228). Da nun aber für sehr viele Eizellen die Fähigkeit zu parthenogenetischer Entwicklung heute erwiesen ist, mag diese Ansicht wohl allenfalls nur in Bezug die Spermien einen gewissen Belang haben.

Versuche, mit den Mitteln der Kolloidforschung zur Frage des Lebensursprungs vorzudringen, sind mir nicht bekannt geworden. Es ist auch wohl gerade die Kolloidik gewesen, die die Resignation diesem Problem gegenüber mächtig beförderte, indem sie bisher ganz unbekannte, ungeheure Komplikationen in Aufbau und Dynamik der «lebenden Substanz» erschloss.

Die von *Pasteur* im Jahre 1860 zuerst beobachtete (oder vielmehr erschlossene) Dissymmetrie des Protoplasmamaterials dagegen hat gewisse präzisere Vermutungen über unser Problem ermöglicht.

.*Felix Le Dantec* berichtet in seinem schon genannten Werk, dass *Pasteur* die molekulare Dissymmetrie zunächst für eine nur dem Lebenden eigentümliche Erscheinung gehalten habe, nachdem aber bald darauf die Synthese einer Substanz solchen Molekülbaus gelungen war, habe er sich darauf zurückgezogen, zu behaupten, dass man immer nur beide Enantiomorphen gleichzeitig in gleicher Menge werde herstellen können. Im Jahre 1913 sei dies Argument von *Japp* wieder aufgegriffen worden: «Das Auftreten irgendeiner dissymmetrischen Substanz ohne die inverse dissymmetrische Substanz ist vollkommen

unvorstellbar ohne das Eingreifen einer schon vorher bestehenden dissymmetrischen Kraft. Nun gibt es aber ausser denen des Lebens keine dissymmetrischen Kräfte auf der Erde, folglich hat die Dissymmetrie nicht vor dem Leben auf der Erde erscheinen können. Vielmehr konnte das Leben selbst, das sich in dissymmetrischen Körpern manifestiert, nur unter dem Einfluss einer präexistierenden dissymmetrischen Kraft auftreten, einer Intelligenz, die zur Wahl zwischen zwei dissymmetrischen Komponenten fähig war. Daraus folgt die Notwendigkeit einer Schöpfung.» (*Le Dantec*, a. a. O., S. 242/3)

Unter den vielen Argumenten gegen *Japp* hebt *Le Dantec* dasjenige *Herbert Spencers* hervor, dass ja die Rotation der Erde schon eine solche dissymmetrische Kraft sei. Darüber habe auch schon *Pasteur* Überlegungen begonnen, aber nicht weitergeführt. *Le Dantec* selbst bemerkt, dass die gleichzeitige Entstehung ja nicht ein Beisammenbleiben der beiden Enantiomorphen bedinge. Sehr wohl könne also von einer geeigneten Substanz der linken Reihe — der die grundlegenden chemischen Stoffe des Protoplasmas zugehören — die Entwicklung der Lebewesen ausgegangen sein.

G. F. Gause hat im 13. Band der «Ergebnisse der Biologie» (1936) die wesentlichsten Tatsachen und Theorien zu dieser Frage in einem Sammelreferat «Raumaufbau des Protoplasmas» zusammengefasst. (S. 54—92) Ich bringe einige Zitate:

«Die dissymmetrischen Eigenschaften des (Protoplasma-) Materials sind eine ebenso notwendige Bedingung der Organisiertheit wie die kolloidale Struktur, nur aber auf einem andern Niveau.» (59)

«Wie bereits *Pasteur* anahm und später *E. Fischer* (1898) klar formulierte, bestehen Pflanzen und Tiere deshalb aus dissymmetrischen Verbindungen, weil die Synthese des organischen Stoffes im Protoplasma unter dem Einfluss dissymmetrischer Katalysatoren verläuft: die Verwandlung von Kohlensäure in Zucker vollzieht sich in der Pflanze offenbar unter Mitwirkung der optisch aktiven Substanzen des Chlorophyllkornes. Eine solche dissymmetrische Synthese im Sinne von *Fischer* wurde in Bälde im Laboratorium von *Marckwald* (1904) und *Mc'Kenzie* (1904) verwirklicht.

Nach dem Lehrsatz von *Curie* (1894): 'Wenn irgendwelche Erscheinungen Dissymmetrie zeigen, so muss dieselbe Dissymmetrie in den Ursachen, die diese Erscheinungen hervorriefen, bestehen', erklärt es sich, warum die Dissymmetrie des Protoplasmas, nachdem sie einmal entstanden war, sich erhält. Es bleibt jedoch die Frage der 'primären dissymmetrischen Synthese', d. h. der Bedingungen des ersten Auftretens dissymmetrischer Katalysatoren auf der Erde, vollkommen offen. Ein gewisser Versuch einer Beleuchtung dieses Problems wurde von *Byk* (1904) gemacht. Er versuchte zu beweisen, dass auf der Erde aus kosmischen Ursachen zirkular-polarisiertes Licht entstehen könnte. Es ist bekannt, dass das Himmelslicht einen gewissen

Betrag von linear-polarisiertem Licht enthält. Seine Richtung hängt vom Stande der Sonne ab. Fällt es unter bestimmten Winkeln auf die Meeresoberfläche, so wird es durch Reflexion in zirkular-polarisiertes Licht verwandelt. Unter dem Einfluss des Erdmagnetismus überwiegt nun unter dem rechts- und linkspolarisierten Licht eine Komponente (mit andern Worten: weder an einem Punkte der Erde noch während längerer Zeiträume können gleiche Mengen der beiden zirkularen Lichtformen entstehen. Gleichzeitig setzte *Byk* voraus (der genaue Beweis wurde jedoch zuerst von *Kuhn*, 1929, geliefert), dass unter der Einwirkung zirkular-polarisierten Lichts beide Formen des Razemats zerstört werden, jedoch die Form, welche ein grösseres Absorptionsvermögen für das betreffende zirkulare Licht besitzt, in erhöhtem Mass, sodass optische Aktivität eintritt . . .» «Vor allem müsste noch bewiesen werden, dass die Intensität des kosmischen Prozesses genüge, um die Aktivität razemischer Verbindungen hervorzurufen. Ganz unaufgeklärt bleibt hierbei auch das Faktum, dass die Hauptkomponenten des Protoplasmas bei allen Organismen zur linken dissymmetrischen Reihe gehören . .»

. . «Noch ist es für uns zu früh, in der Frage nach der Entstehung des dissymmetrischen Protoplasmas ein Urteil zu fällen, da wir nichts davon wissen, welche Rolle die Dissymmetrie in der Organisation des Protoplasmas als Ganzes spielt.» (S. 58/59)

Da die übrigen, nicht minder interessanten Ausführungen dieses Artikels unserer hiesigen Fragestellung ziemlich fernliegen, beschränke ich mich auf diese Zitate.

*

«Was uns am meisten an der Unbekümmertheit in Erstaunen setzt, mit der die Spontaneisten, *Pasteurs* Gegner, das normale Auftreten von Infusorien in den Flüssigkeiten hinnahmen, ist, dass sie sich nicht darüber verwunderten, zu finden, dass das was sich zeigte, stets Tiere oder Pflanzen waren, *die bekannten Arten angehörten*. Und dabei kamen sie nach *Darwin!*» sagt *Felix Le Dantec* (a. a. O. S. 239)

«Nach *Darwin*», d. h. in den Urzeugungshypothesen seit *Haeckel* ändert sich denn ja auch dies Bild insofern, als man allgemein annimmt, dass die hypothetischen «Urlebewesen» noch weit «einfacher» als alle bekannten Organismen gewesen sein müssten. Aus diesen sollen dann zunächst die Bakterien (manchmal auch die Rhizopoden) hervorgegangen sein, bzw. heute noch hervorgehen. (*E. Gotschlich* zeichnet in Bd. 1 des «Handbuchs der pathogenen Mikroorganismen», 3. Aufl., 1929, S. 36, einen Stammbaum, bei dem aus einer gemeinsamen hypothetischen Urform zunächst Bakterien und Algen hervorgehen. Von den Algen und den Bakterien (über Spirillen und Spirochaeten) laufen dann Verbindungen zu den Protozoen, von den Bazillen über Trichomyceten und Fadenpilze zu den Sprosspilzen. Die

submikroskopischen Vira stehen in erster Linie mit den Spirochaeten und Protozoen, zum Teil auch mit den echten Bakterien in verwandtschaftlichen Beziehungen.).

Nachdem die Protozoen ihrer heterotrophen Ernährungsweise wegen ausgeschieden waren (s. aber oben *Oparin)*, lag der Gedanke nahe, unter den Bakterien diejenigen als die mutmasslichen ersten Lebewesen herauszuheben, die von organischer Nahrung unabhängig existieren können.

Carl Mez nun hat diese Rolle den *Schwefelbakterien* zugewiesen. Da ich mir seine «Drei Vorträge über die Stammesgeschichte der Pflanzenwelt» (Naturwissenschaft und Landwirtschaft 1925, H. 4) leider nicht beschaffen konnte, skizziere ich hier seinen Gedankengang nach den Wiedergaben von *L. Brauner (Die Pflanze,* 1930, S. 10—12) und *W. Bavendamm* (Die Physiologie der schwefelspeichernden und schwefelfreien Purpurbakterien, in: Ergebnisse der Biologie, XIII, 1936, S. 1 ff).

Das erste Lebewesen muss verhältnismässig unempfindlich gegen hohe Wärmegrade gewesen sein (die jedoch unter 100° liegen). Sonnenlicht konnte für es nicht Lebensbedingung gewesen sein (ständige dichte Bewölkung). Schliesslich musste es ausschliesslich von anorganischen Stoffen leben können. — Es ist nun sehr wohl denkbar, dass der Schwefel, der etwa aus vulkanischen Massen in kolloidem Zustand ausgeschieden sein konnte, sich mit den gleichzeitig anwesenden Elementen des Wassers, der Kohlensäure und des Ammoniaks zu gewissen einfachen organischen Verbindungen zusammenschloss, die Vorstufen des Eiweisses gleich kamen. Damit wäre die erste Lebensstufe von *Naegelis* Theorie gewonnen. *Brauner* bemerkt hierzu: «So bestechend die *Mez*schen Gedankengänge auch sind, das grosse Rätsel der Belebung des Stoffes lassen auch sie ungelöst.»

Bavendamm, der sich zur Urzeugungsfrage nicht äussert, meint: «In dieser Gruppe der niederen Pflanzen hätte sich also möglicherweise ein Übergang von der zunächst notwendigen chemosynthetischen zur photosynthetischen Lebensweise oder eine Verknüpfung dieser beiden Prozesse herausgebildet.»

Victor Franz spricht in «Probiologie und Organisationsstufen» (1920) die Hypothese aus, dass aus den nichtzelligen «Archivivi» zunächst einfache vielzellige Wesen hervorgegangen seien. Einzeller seien dann durch «Reduktion» aus diesen hervorgegangen, «wie sie für die Saccharomyceten von vielen Botanikern angenommen wird, für die Eubakterien mehr oder weniger deutlich von *Arthur Meyer*, für die Pleurococcales von *Pascher* und für die Protozoen von mir ausgesprochen wurde.» (S. 6)

Dieses vielzellige Urlebewesen (in dem Zellkerne durch «Kondensation» oder durch «Einwanderung kleinerer Organismen in grössere» entstanden sein könnten), habe in sich die Fähigkeit zur Mitose und

zur geschlechtlichen Fortpflanzung entwickeln können und sei dadurch siegreich aus dem Kampf ums Dasein hervorgegangen.

Auch in den *filtrierbaren Vira hat* man «ultravisible Probionten» vermutet, oder doch von ihnen, wie auch von *D'Herelles* Bakteriophagen aus auf das Vorhandensein von Mikroorganismen, deren Grösse unterhalb der Auflösungsgrenze des Mikroskops liegt, schliessen wollen, so in von Planktonorganismen abfiltriertem Wasser, in dem sich «C- und N-haltige organische Stoffe nachweisen lassen, die nicht an sichtbare Planktonwesen gebunden scheinen» (*Rhumbler* 1931 und 1935). Zwar misslang *H. Miehe* der züchterische Nachweis solcher Ultra-Mikroben («Sind ultramikroskopische Organismen in der Natur verbreitet?», Biolog. Zentralblatt 43, 1923, S. 1—15), doch konnten schon 1926 *Bechhold* und *Villa* durch eine Vergoldungsmethode (Vergoldung des ultrafiltrierten Substrats, Verbrennung auf einem Objektträger und Verstärkung des Goldgerüstes — (*Rhumbler* 1931 nach *H. Bechhold,* Die Kolloide in Biologie und Medizin, 5. Aufl., 1929), in der Bakteriophagensubstanz Gebilde von 4—10 Millimikron Durchmesser darstellen und das Vorkommen unsichtbarer, filtrierbarer Formen im Entwicklungsgang des Tuberkelbazillus, das von französischen Ärzten schon längere Zeit behauptet wurde, vermochte *L. Rabinowitsch-Kempner* 1928 einigermassen sicher zu erweisen (s. *L. v. Bertalanffy*, Theoretische Biologie I, 1932, S. 238). Nach einer Mitteilung *W. Hennebergs*, die *Rhumbler* (1931, S. 22, Anm. 16) wiedergibt, ist das auch für Bacterium tumefaciens, mycoides und coli gelungen. Schliesslich teilt die «Frankfurter Zeitung» am 25.9.1936 von der 94. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Dresden mit, dass *K. Herzberg* und *O. Waldmann* die «Elementarkörperchen», die man schon früher bei Virus-Erkrankungen beobachtet hatte, mit Viktoriablau gefärbt und als die Erreger erkannt hätten. Sie sollen Grössen von 1 bis 500 Millimikron haben. Viruskulturen gedeihen nur auf lebenden Zellen, am besten auf der Eihaut eines bebrüteten Hühnereis.

Bechhold meint (nach *Rinne,* Grenzfragen S. 45) dass man «solche minimale Organismen wohl als Übergangsglieder zwischen der Welt der Lebewesen und der anorganischen Materie, speziell der Fermente, auffassen» dürfte. (In der Frage freilich, ob es sich bei der Bakteriophagie überhaupt um die Tätigkeit von Lebewesen handle, ist auch heute, nach 20 Jahren, noch keine Klärung eingetreten.)

*

So gehen in der Frage, ob Urzeugung überhaupt je stattgefunden habe, ob sie heute noch vor sich gehen könne und ob sie künstlich zu ermöglichen sei, die Meinungen heute noch auseinander. Die meisten Forscher, soweit sie überhaupt darauf eingehen, glauben wohl mit *L. Rhumbler,* dass sich vielleicht einmal von den Aminosäuren aus der Weg nach organismischen Eiweiss hin wird finden lassen,

und dass «mit der richtigen Chemie die richtige Physik sich sehr wahrscheinlich von selber einstellen wird». *(Rhumbler* 1931, S. 27) *Hans Driesch* freilich meint: «Der vitalistischen d. h. der kritischen Biologie, sind solche Annahmen unmöglich. Allenfalls könnte sie zulassen, dass solche zufällig entstandenen Kohlenstoffverbindungen den Boden für ein Eingreifen der Entelechie dargeboten hätten, indem diese gleichsam auf ihr Dasein wartete. Aber selbst diese Annahme ist, von ihrem phantastischen Charakter ganz abgesehen, schon deshalb unzulässig, weil erfahrungsgemäss Kohlenstoffverbindungen von einigermassen zusammengesetztem Wesen *nie* zufällig entstehen, sondern stets entweder das Ergebnis organischer Lebensvorgänge im engeren Sinne sind oder aber das Ergebnis der ordnenden Handlungen eines bestimmten Lebewesens, nämlich des Chemikers. . . Wir können in Sachen der Urzeugung also einfach — *gar nichts sagen.*» (Das Wesen des Organismus, in: *Driesch-Woltereck*, Das Lebensproblem . ., S. 448)

L. von Bertalanffy schliesslich, der seinen Standpunkt den der «organismischen Biologie» nennt, die Mechanismus *und* Vitalismus überwände, dessen Grundeinstellung aber *Max Hartmann* als «in Wirklichkeit nur einen versteckten oder verwaschenen Vitalismus» (Philosophie der Naturwissenschaften, 1937, S. 40) und *Philipp Frank* als einen der «Versuche, den Vitalismus 'positivistisch' zu formulieren» (Das Kausalgesetz und seine Grenzen, 1932, S. 115) bezeichnen, hat sogar den Versuch gemacht, einen «Satz von der unmöglichen Urzeugung» aufzustellen. Er stützt sich dabei ausser auf «Wahrscheinlichkeitsüberlegungen» — wie schon *Ehrenberg* (s. oben) — auf gewisse Untersuchungen von *N. v. Rashevsky* (Zeitschrift f. Physik 59, 1930, S. 558), der für einen homogenen Tropfen in einer Lösung, die alle Stoffe zur Herstellung seiner Substanz enthält, die Unmöglichkeit seiner spontanen Entstehung aus dieser Lösung nachgewiesen habe. Wie man den ersten Hauptsatz der Physik wohl auch gelegentlich den Satz vom unmöglichen Perpetuum mobile nenne, meint nun *Bertalanffy*, so könnte man analog den «Satz der Erhaltung des organischen Systems» in die angeführte Form bringen «und würde so in recht lehrreicher Weise die beiden Hauptprobleme der vorwissenschaftlichen Alchemie, Perpetuum mobile und Homunculus, zusammenstellen». (Theoretische Biologie S. 132, siehe auch: Studien über theoretische Biologie, in: Biologisches Zentralblatt 47, 1927)

Diese Meinung *Bertalanffys* scheint mir jedoch unter seinen sonstigen Ausführungen ziemlich «unvermittelt» dazustehen. Auch der Naturphilosoph *Bernhard Bavink*, der sonst die Auffassungen *Bertalanffys* durchgängig zu teilen scheint, glaubt nicht, dass man «die Annahme einer (mechanistischen) Urzeugung . . glattweg für unmöglich erklären» könne. (Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaften, 4. Aufl., 1930, S. 302). Und *Philip Frank* erklärt die «Wahrscheinlich-

keit» einer Entstehung der Organismen durch Zufall für «ganz undefiniert»: «da wir von einem Zyklus der Vorgänge im bekannten oder hypothetisch angenommenen Weltall garnichts wissen, hat man nicht die mindeste Schätzung über die Wahrscheinlichkeit für die Bildung einer organischen Substanz. Die Behauptung, dass man sich ihre Entstehung wegen der kleinen Wahrscheinlichkeit nicht erklären könne, ist vollkommen unhaltbar, da man überhaupt nur von Wahrscheinlichkeit oder Unwahrscheinlichkeit sprechen kann, wenn die Möglichkeit der Entstehung selbst zugegeben wird.» (a. a. O. S. 224/5)

*

Eine Meinungsäusserung darüber, auf welchen Wegen *das Experiment,* bei dem es ja doch letztenendes liegt, eine Entscheidung herbeizuführen, sich der Lösung unserer Frage nähern sollte, liegt ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit. Die Neigung, ein «Unmöglich!» in dieser Angelegenheit auszusprechen, hat schon *Ernst Mach* (1905) mit den Worten verspottet: «Könnten wir Feuer nur löschen, nicht erzeugen, und wären ganz auf Benutzung des natürlich vorkommenden angewiesen, so würden wir mit Recht sagen: Feuer kann nur von Feuer abstammen; heute wissen wir es besser.» (Erkenntnis und Irrtum, S. 297) *Und Friedrich Rinne* bemerkt in seinen «Grenzfragen . .» abschliessend (S. 122):

«So kann es sich denn sehr wohl morgen ereignen, dass ein künstlich hergestelltes Eiweiss besonderer Konstitution den Energieinhalt besitzt oder katalysatorisch auf die Energiestufe gehoben wird, welcher es zu einer allseitig anerkannten biologischen Betätigung niederer Art bedarf.

Wer solche Geschehnisse verschwören möchte, setzt sich der Gefahr aus, so zu handeln, wie einst die Akademie der Wissenschaften zu Paris, die den Beschluss fasste, dass Meteoriten nicht aus dem Himmelsraum auf die Erde stürzen können, und zu ihrem Erstaunen erlebte, dass trotz dieser einstimmig festgestellten «physikalischen Unmöglichkeit» der Himmel ein Bombardement von Steinen auf die Erde herunterschickte.»

*

A N H A N G

ANMERKUNGEN UND NACHTRÄGE

Für den ersten Teil, Seite 1—9, Aristoteles bis *Pasteur,* habe ich keine Originalarbeiten benutzt, sondern mich durchweg an die Darstellung *Pasteurs* im ersten Abschnitt seiner hier zumeist zitierten Schrift und an *R. Abels* «Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Lehre von der Infektion, Immunität und Prophylaxe» in Bd. I/1 des «Handbuchs der pathogenen Mikroorganismen» *(Kolle-Kraus-Uhlenhuth)* gehalten. Eine eingehende Darstellung findet man in *E. O.*

v. Lippmanns «Urzeugung und Lebenskraft» (1933). Dies Buch gibt freilich nur Meinungen, nicht Versuche zur Lösung unserer Frage wieder, bringt aber sehr reichhaltige Literaturhinweise, meist in Fussnoten. — Über *Aristoteles'* Auffassungen siehe dort S. 8—11.

Zu S. 1. W. Harvey wird meist fälschlich der Satz «Omne vivum ex ovo» zugeschrieben. Der hier im Text wiedergegebene Satz wird von *R. Abel* (a. a. O. S. 12) angeführt, *v. Lippmann* gibt wieder eine andere Fassung und weist darauf hin, dass H. die generatio aequivoca teilweise (für Würmer, Insekten, niedere Pflanzen) ausdrücklich zugegeben habe. (L., S. 58/59)

Zu S. 2: Lippmann zitiert aus *Bonnets* «Considérations sur les corps organisés» (Amsterdam 1762) den Satz: «Es ist unmöglich, dass sich ein Tier auf die nämliche Art bilde wie ein Kristall.» (S. 73)

Zu S. 9—22: Pasteur war offenbar auch der erste, der nachwies, dass Blut und Urin von gesunden Menschen und Tieren, steril entnommen und aufbewahrt, keine Organismenbildung zeige, ebenso Traubensaft keine Gärung. Gegen *Donné* und andere wies er nach, dass Bakterien in Hühnereiern mit intakter Schale nicht spontan entstanden zu sein brauchten, sondern schon vor der Schalenbildung im Ovidukt des Huhnes in das Ei eingedrungen sein konnten: Er konnte zeigen, dass in die inneren Geschlechtsorgane des Huhnes eingebrachte Bakterien sich später im fertigen Ei feststellen lassen.

Zu S. 24—30: Ferd. Cohn bekannte sich zu der Lehre von der Ewigkeit des Lebens und der «Panspermie» (diese Bezeichnung stammt nach *Dastre,* S. 245, *von Du Bois-Reymond.*)

Zu S. 28: Hitzeresistenz von Bakterien: siehe unten

Zu S. 40: Monaden: Ältere Bezeichnung verschiedener niedriger Organismen: Myxomyceten, Flagellaten, Mikrokokken (nach *Guttmann,* Mediz. Terminologie).

Zu S. 40: Von Haeckel stammt die Bezeichnung «Archigonie» für Entstehung des Lebens.

Zu S. 46: Die Kosmozoenhypothese soll nach *Dastre* (S. 244) zuerst von einem französischen Schriftsteller, le Comte de Salles-Guyon aufgestellt worden sein.

Zu S. 46—48: In der zitierten Schrift prägt *Preyer* die Formel: «Omne vivum e vivo!» Auch diese wird manchmal fälschlich *Harvey* zugeschrieben.

Zu *S. 49: Ruelf* hat 1907 (Über das erste organische Assimilationsprodukt, in: Ztschr. f. allgemeine Physiologie Bd. 6) eine ähnliche Hypothese wie *Allen* aufgestellt. Nach *V. Franz* (Probiologie . ., S. 1/2) dem ich diese Angaben entnehme, denkt R. aber mehr «an hohe elektrische Spannungen in der Atmosphäre, deren Wirkung vergleichbar wäre derjenigen bei der *W. Loeb*schen Formaldehydsynthese aus Kohlensäure und Wasser mit Hilfe stiller elektrischer Entladung.» Auf diese Formaldehyd- und *E. Fischers* Eiweiss-Synthesen stützt auch

B. Weiss (Zentralblatt für Physiologie XXI, 1907, S. 74) eine Hypothese über den «chemischen Urzeugungsprozess», der dann durch das Hinzutreten des Chlorophylls zum «biologischen Lebensprozess» übergehen konnte, da nun «der Übergang von der elektrischen zur Energie des Sonnenlichts» ermöglicht war.

Zu S. 50: Paul Jensen verteidigt sich in «Erkenntnis» Bd. IV (1934) S. 214 gegen *Lippmanns* (S. 114) Parallelisierung seiner Theorie mit der *Haeckel*schen: «Nach meiner Theorie entstanden die lebendigen Ursysteme zu einer Zeit, als nach den üblichen Vorstellungen die Erdoberfläche noch glühend war und waren daher etwas erheblich anderes als die «kernlosen Eiweissklümpchen» der *Haeckel*schen Urzeugungslehre. Sich speziellere Vorstellungen von der chemischen Zusammensetzung der lebendigen Ursysteme zu bilden, halte ich für müssig.»

Zu S. 56: Wilhelm Roux hat in dem erwähnten Artikel in der «Umschau» («Über die angebliche künstliche Erzeugung von Lebewesen»), aber auch in verschiedenen andern Schriften, eine «funktionelle» Definition des Begriffs «Lebewesen» gegeben, die ich hier nach *Kammerer* (Allg. Biologie, S. 45/46), der *Roux*' Schrift «Die Selbstregulation» (Nova Acta der Leop.-Carol. Akademie, Bd. C, Nr. 2, Halle 1914) als Quelle anführt, zitiere: «. . Die Definition der Lebewesen kann zurzeit nur auf Grund der uns bekannten *Leistungen* der Lebewesen geschehen. Die Lebewesen sind danach im Minimum Naturkörper, welche 1. fremdbeschaffene Stoffe in sich aufnehmen (Selbstaufnahme) und 2. diese in ihnen, den Lebewesen, gleiche Substanz umwandeln, sie assimilieren (Selbstassimilation), 3. sich aus in ihnen selbst liegenden Ursachen verändern (Dissimilation . . .) gleichwohl aber 4. durch Selbstausscheidung des Veränderten . . . und 5. durch Selbstersatz desselben durch Nahrungsaufnahme und Selbstassimilation sich ganz oder fast ganz unverändert erhalten können, und 6. durch Überkompensation im Ersatze des Verbrauchten wachsen können (Selbstwachstum), ferner 7. aus hauptsächlich in ihnen liegenden Ursachen sowohl sich zu bewegen (Selbstbewegung, Reflexbewegung) als auch 8. sich zu teilen (Selbstteilung, Selbstvermehrung) vermögen und dabei 9. ihre Eigenschaften vollkommen auf die Teilungsprodukte übertragen (Vererbung). Hierzu kommt 10. die Fähigkeit, nach Störungen irgend einer dieser Leistungen in das frühere Gleichgewicht zurückzukehren (Selbstregulation). Es erübrigt noch zu betonen, dass alle diese längst bekannten Leistungen zusammengehören, und dass sie ihrer besonderen Art nach wesentlich in den Lebewesen selber bestimmt, «determiniert», sind, auch wenn ihre «Vollziehung» vielfach von äusseren Faktoren abhängig ist und die Leistungen ihrer Art nach etwas durch äussere Einflüsse modifiziert werden können. Ihre Gesamtheit bewirkt das Besondere der Lebewesen . . .»

«Nur ein Gebilde, welches die *Summe* aller der hier genannten Lei-

stungen vollbringt, ist» (nach *Roux*, zit. *Rhumbler* 06) «als ein niederstes Lebewesen zu bezeichnen. Dieses kann dann aber ohne jede Rücksicht auf Herkunft und auf weitere spezielle chemische und physikalische Beschaffenheit geschehen.»

Roux denkt sich «die Entstehung des ersten Lebens durch sukzessive Züchtung der Grundfunktionen». Die Vorlebewesen, die er nach *Haeckel* «Probionten» nennt, durchlaufen in riesigen Zeiträumen gewisse Entwicklungsstufen: *Roux* nennt die (hypothetischen) Gebilde, die die ersten vier der genannten Fähigkeiten erworben haben, «Isoplasson», treten «Selbstbewegung» und «Reflexbewegung» hinzu, so heissen sie «Autokineon», dann folgen «Automerizonten» (Selbstteiler), dann «Idio-Autoplassonten» (Selbstgestalter), und damit ist dann die Stufe der uns bekannten niedersten Lebewesen erreicht. (Siehe *Roux:* Der züchtende Kampf der Teile im Organismus, 1881, neuabgedruckt in: Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen, Bd. 1, S. 409ff und Bd. 2, S. 83—85, 1895, und: Heft 1 der «Vorträge und Aufsätze über die Entwicklungsmechanik der Organismen» —: «Die Entwicklungsmechanik, ein neuer Zweig der biologischen Wissenschaft», S. 105 ff, 1905).

Zu S. 60: Rhumbler (06) bemerkt zu den *Lehmann*schen Untersuchungen, dass er *(Rh.)* schon 1902 in seinen «Quecksilberexkreszenzen» andersartige Gebilde beschrieben habe, die sich zu teilen vermögen und ein ausgiebiges Längenwachstum ohne Dickenzunahme zeigen: Quecksilbertröpfchen, deren Oberfläche in einer 5 % Chromsäure-Lösung in Quecksilberoxydulchromat umgewandelt wird, das grösseres Atomvolumen (grössere Moleküle) als das Quecksilber besitzt — der Druck dieser Schale auf das Tropfeninnere führt zur Sprengung der Schale und dem Herausschiessen des Quecksilbers, das dann wieder mit der Chromsäure reagiert usw. So kommt ein noch grösserer Formenreichtum zustande als bei den flüssigen Kristallen. (s. *Rhumbler* 06, S. 18—22)

Zu S. 61: Jaques Loeb sieht zwar «die Lebewesen als chemische Maschinen an, welche wesentlich aus kolloidalem Material bestehen» (Vorlesungen über die Dynamik der Lebenserscheinungen, 1906, S. 1), wendet aber offenbar der Urzeugungsfrage kein sonderliches Interesse zu. In «The mechanistic conception of life» (1912) sagt er: «Nichts weist jedoch zur Zeit darauf hin, dass die künstliche Herstellung lebender Substanz ausserhalb der Möglichkeiten der Wissenschaft liegt» und weiter: «. . entweder muss es uns gelingen, lebende Substanz künstlich hervorzubringen oder aber wir müssen die Gründe dafür auffinden, dass dies unmöglich sei.» (S. 5—6) Es kann jedoch sein, da ich spätere Schriften *J. Loebs* nicht kenne, dass mir eingehendere Äusserungen entgangen sind.

Le Dantec will mit den zitierten Äusserungen gleichfalls nur eine

Denkmöglichkeit darstellen, seine abschliessende Stellungnahme (in dem angeführten Buch) entspricht der eben zitierten *J. Loebs.*

Zu S. 65: Ich entnehme den «Berichten über die gesamte Physiologie», Bd. 98, S. 200, dass *Glässer* in der «Berliner tierärztlichen Wochenschrift» 1936, S. 501—503 einen Artikel «Zelle, Bakterium und mikroskopisch unsichtbare Lebewesen» veröffentlicht hat, in dem er die Meinung ausspricht, dass «Protobionten» von Molekülgrösse den Lebensbeginn darstellten. Die Zelle müsse als höher organisiert, als Molekelstaat aufgefasst werden. Jene kleinsten, in Vira gefundenen Krankheitserreger müssten früher freilebende Wesen gewesen sein.

Erscheinungen und Probleme der Bakteriophagie sind besonders eingehend von *R. Otto* und *H. Munter* im «Handbuch der pathogenen Mikroorganismen» Bd. I/1 (1929), S. 353—436 dargestellt worden. (Nach Meinung der Verfasser sind die «funktionellen» Eigenschaften der Assimilation und Adaption bei den Bakteriophagen nicht experimentell völlig gesichert. — Sie beziehen sich dabei auf die angeführte Definition von *Wilhelm Roux*).

Hitzeresistenz von Bakterien: In den von *C. Oppenheimer* und *L. Pincussen* herausgegebenen «Tabulae biologicae», Bd. 2 (1925) finden sich auf S. 10 f *von Aristides Kanitz* zusammengestellte Tabellen über die «Obere Temperaturgrenze des Lebens». Ich bringe einen Auszug daraus:

Art:	*Temp.:*	*Verhalten:*	*Beobachter:*
Bac. subtilis, Sporen	80°	Lebensd. bis 75 St.	*O. Blau — A.*
	140	« « 30 Sek.	*Meyer*
« robur «	80	« « 27 St.	
	130	« « 14 Sek.	
« anthracis «	90,4	« « 14,7 M.	
	105,3	« « 0,43 «	*Ballner*
Thermophile Bakterien	100	« « 788 «	*Biggelow* und
	140	« « 0,9 «	*Esty*
Rotatorien, Tardigraden	150	wird eingetrocknet	*J. S. Rahm*
	44	kurze Zeit ertragen für angefeuchtete Tiere tödlich	

Dieselben Angaben macht *Hans Przibram:* Temperatur und Temperatoren im Tierreiche, 1923. Es handelt sich, wo nichts anderes vermerkt, um trockene Hitze.

«Andrerseits sind», nach *E. Gotschlich* (a. a. O. S. 197) «im Heustaub, Kuhkot u. dgl. Sporen vorhanden, die ein vielstündiges Kochen ohne Beeinträchtigung ihrer Lebensfähigkeit ertragen und insbesondere bei der Milchsterilisation Schwierigkeiten machen (nach *C. Fluegge,*

Ztschr. f. Hygiene. Bd. 17). Die grösste bekannte Widerstandsfähigkeit wird von C. Zettnow (Centralblatt f. Bakteriologie, I. Abt., Orig. Bd. 66, S. 131, 1912) von Sporen berichtet, die aus Rübenzuckerabfällen isoliert waren; sie wurden durch trockene Hitze von 300° C. noch nach 30 Minuten, durch strömenden Dampf noch nach 25 Stunden, durch Kochen in 10%iger Sodalösung noch nach 30 Minuten nicht abgetötet . . Objekte, die mit Erde, Abfällen u. dgl. verunreinigt sind und bei denen mit dem Vorkommen solcher höchst resistenter Sporen zu rechnen ist (Kartoffeln, Milch) lassen sich mit Sicherheit nur im Autoklav sterilisieren. Theoretisch ist von grossem Interesse, dass solche hohe Resistenz von *C. Zettnow* nur bei auf Neutralagar gezüchteten Sporen beobachtet wurde, nicht aber bei Züchtung auf dem gewöhnlichen, schwach alkalischen Agar; diese Unterschiede . . . sind auf den verschiedenen Quellungszustand ihrer Leibessubstanz zurückzuführen.»

LITERATURVERZEICHNIS

(Hier sind nur die wesentlichen direkt benutzten Schriften aufgeführt. Wo ich aus zweiter Hand zitiert habe, geht im allgemeinen aus dem Text hervor, ob mir die Originale nicht zugänglich waren oder ob ich die vorgefundenen Angaben für zureichend erachtete.)

1. *Abel, R:* Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Lehre von der Infektion, Immunität und Prophylaxe. In: Handbuch der pathogenen Mikroorganismen, 3. Aufl., hrsg. von *W. Kolle, R. Kraus, P. Uhlenhuth,* Bd. I/1, Jena und Berlin/Wien 1929. S. 1—31.
2. «Abiogenesis», Artikel in der Encyclopädia Britannica, 14. ed., Bd. 1
3. *Bastian, Henry Charlton:* Modes of origin of lowest organisms, London 1871
4. *Bastian, Henry Charlton:* The beginnings of life. London 1872
5. *Bastian, Henry Charlton:* Evolution and the origin of life. London 1874
6. *Bavendamm, Werner:* Die Physiologie der schwefelspeichernden und schwefelfreien Purpurbakterien. In: Ergebnisse der Biologie, Bd. 13 (1936), S. 1—53. Berlin 1936
7. *Bavink, Bernhard:* Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaften. 4. Auflage. Leipzig 1930
8. *Bertalanffy, Ludwig v.:* Studien über theoretische Biologie, I und II. In: Biologisches Zentralblatt, Bd. 47. 1927
9. *Bertalanffy, Ludwig v.:* Theoretische Biologie I. Berlin 1932
10. *Brauner, L.:* Die Pflanze. Berlin 1930
11. *Brauns, R.:* Flüssige Kristalle und Lebewesen. In: Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Jahrg. 1931, Abt. A: Mineralogie und Petrographie, S. 256. Stuttgart 1931
12. *Brauns, R:* Besprechung von *Fr. Rinne,* Grenzfragen des Lebens. In: Cbl. f. Min. 1931, A., S. 166
13. *Brauns, R.:* Neues Jahrbuch für Mineralogie usw., 1931, Referatenteil:

a) Besprechung einer Arbeit v. *Fr. Rinne*, «Spermien als lebende flüssige Kristalle» (Naturwissenschaften 18, H. 40, S. 837, 1930) — S. 1/2
b) Sammelreferat über die Diskussion über «Flüssige Kristalle» in Bd. 79, H. 1—4, der «Zeitschrift für Kristallographie», Abt. A (Leipzig 1931). — S. 322—331
14. *Brauns, R.:* Artikel «Flüssige Kristalle» in: Handwörterbuch der Naturwissenschaften, 2. Aufl., B. V (1934) S. 1159—1170
15. *Brüel, L.:* Artikel «Zelle und Zellteilung, zoologisch» in: Handwörterbuch der Naturwissenschaften, 2. Aufl., Bd. X (1935)
16. *Cohn, Ferdinand:* Untersuchungen über Bakterien I. In: Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. I, Heft 2. Breslau 1872
17. *Cohn, Ferdinand:* Untersuchungen über Bakterien II. daselbst I/3. 1875
18. *Cohn, Ferdinand:* Unters. über Bakt. IV: Beiträge zur Biologie der Bacillen. daselbst II/2. 1876
19. *Cohn u. Miflet:* Unters. ü. Bakt. VIII: Unters. über die in der Luft suspendierten Bakterien. daselbst III/1. 1879
20. *Cohn u. Mendelsohn, B.:* Unters. ü. Bakt. IX: Über die Einwirkung des elektr. Stromes auf die Vermehrung v. Bakterien. daselbst III/1. 1879
21. *Dastre, A:* La vie et la mort. Paris 1916
22. *Dembowski, J.:* Referat über *A. I. Oparin*, Der Ursprung des Lebens auf der Erde (Moskau/Leningrad 1936) in: Berichte über die wissenschaftl. Biologie, Bd. 41, H. 3/4, S. 145/46. — 10.3.1937
23. *Driesch, Hans:* Das Wesen des Organismus. In: Das Lebensproblem im Lichte der modernen Forschung. (hrg. v. *H. Driesch* und *Heinz Woltereck*) S. 384—450. Leipzig 1931
24. *Ehrenberg, Rudolf:* Theoretische Biologie, vom Standpunkt der Irreversibilität des elementaren Lebensvorganges. Berlin 1923
25. *Fechner, G. Th.:* Einige Ideen zur Schöpfungs- und Entwicklungsgeschichte der Organismen. Leipzig 1873
26. *Fetscher:* Referat über *Glässer*, Zelle, Bakterium und mikroskopisch unsichtbare Lebewesen, in: Berichte über die gesamte Physiologie u. exper. Pharmakologie. B. 98, H. 3/4, 200, 31.3. 1937
27. *Frank, Philipp:* Das Kausalgesetz u. seine Grenzen (Schriften zur wissenschaftl. Weltauffassung, Bd. 6). Wien 1932
28. *Frankfurter Zeitung:* «Krankheitserreger u. Wachstumserreger», Bericht von der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Dresden, 1936. (94.) 25. Sept. 1936
29. *Franz, Victor:* Probiologie und Organisationsstufen. (H. 6 der «Abhandlungen zur theor. Biologie», hrg. v. *J. Schaxel*). *Berlin* 1920

30. *Gause, G. F.:* Raumaufbau des Protoplasmas. In: Erg. d. Biol. XIII, S. 54—92. Berlin 1936
31. *Gotschlich, E.:* Allgemeine Morphologie u. Biologie der pathogenen Mikroorganismen. In: Hdb. d. path. Mikroorg. I/1, S. 33 ff. 1929
32. *Hartmann, Max:* Philosophie der Naturwissenschaften. Berlin 1937
33. *Haeckel, Ernst:* Anthropogenie oder Entwicklungsgeschichte des Menschen. Leipzig 1877
34. *Huizinga, D.:* Zur Abiogenesisfrage. In: *Pfluegers* Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. 7, S. 549 f. 1873
35. *Huizinga, D.:* Weiteres zur Abiogenesisfrage. daselbst 8, 180 f. 1874
36. *Huizinga, D.:* Zur Abiogenesisfrage (III), daselbst 8, 551 f. 1874
37. *Huizinga, D.:* Zur Abiogenesisfrage (IV), daselbst 9, 62 f. 1875
38. *Gerhardt, U.:* Experimentelle Urzeugung? In: Medizinische Klinik Jahrg. 1906, Nr. 2. S. 6. 1906
39. *Gscheidlen, Richard:* Über die Abiogenesis Huizingas. In: *Pfluegers* Archiv, 9, 163 f. 1874
40. *Jaworski, Hélan:* Le Géon ou La Terre Vivante. Paris 1928
41. *Jensen, Paul:* Artikel «Leben» im HWB d. Nat.-Wissenschaften, X. 1931
42. *Jensen, Paul:* Kausalität, Biologie und Psychologie. In: *Erkenntnis* Bd. 4, S. 165—214. (hrg. v. *Carnap u. Reichenbach).* Leipzig 1934
43. *Kammerer, Paul:* Allgemeine Biologie. Stuttgart u. Berlin 1920
44. *Koch, Robert:* Die Aetiologie der Milzbrandkrankheit. In: Beiträge zur Biologie der Pflanzen *(Cohn),* II/3; 399 f. 1877.
45. *Le Dantec,* Felix: La lutte universelle. Paris 1920
46. *Leduc, Stephane:* Die synthetische Biologie. Halle 1914
47. Lehmann, Otto: Fliessende Kristalle und Organismen. In: *Roux'* «Archiv f. Entwicklungsmechanik», Bd. 21, S. 596—609. 1906
48. *Lehmann, Otto:* Flüssige Kristalle und die Theorien des Lebens. Leipzig 1906
49. *Lehmann,* Otto: Die neue Welt der flüssigen Kristalle. Leipzig 1911
50. *Lieske, R.:* Bakterien und Strahlenpilze. (Handbuch der Pflanzenanatomie, II. Abt., I. Teil, Bd. 6). Berlin 1922
51. *Lippmann, E. O. v.:* Urzeugung und Lebenskraft. Berlin 1933
52. *Loeb, Jacques:* Vorlesungen über die Dynamik der Lebenserscheinungen. Leipzig 1906
53. *Loeb, Jacques:* The mechanistic conception of life. Chicago 1912
54. *Mach, Ernst:* Erkenntnis und Irrtum. Leizig 1905
55. *Mary, Albert:* La vie merveilleuse des minéraux. In: *H. Jaworski,* Le Géon ou la terre vivante. Paris 1928

56. *Miehe, H.:* Sind ultramikroskopische Organismen in der Natur verbreitet? In: Biol. Zbl. 43, S. 1—15. 1923
57. *Moigno, Abbé:* Einleitung zu: *Tyndall-Pasteur,* Les microbes organisés. Paris 1878
58. *Muenden, Max:* Der Chtonoblast in seinen Beziehungen zur Entwicklungsmechanik. Autoreferat in: Archiv f. Entw.-Mechanik 24, S. 677—683. 1907
59. *Muenden, Max:* Noch einige Bemerkungen zur Chtonoblastenfrage. daselbst 26, 178—187. 1908
60. *Naegeli, C. W.:* Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München 1884
61. *Nordenskiöld, Erik:* Biologiens historia, Bd. III. Helsingfors 1924
62. *Otto, R. u. Munter, H.:* Bakteriophagie. In: Hb. path. Mikroorg. I/1.
63. *Pasteur, Louis: Oeuvres,* t. 2 — Fermentations et générations dites spontanées. Paris 1922
64. *Pasteur, Louis:* Oeuvres, t. 3: Etudes sur le vinaigre et sur le vin. Paris 1924
65. *Pasteur, Louis: Oeuvres,* t. 5 — Etudes sur la bière. Paris 1928
66. *Pasteur, Louis: Oeuvres,* t. 6 — Maladies virulentes, virus—vaccins et prophylaxie de la rage. Paris 1933
67. *Pasteur, Louis:* Die in der Atmosphäre vorhandenen organisierten Körperchen, Prüfung der Lehre von der Urzeugung. Übers. v. Dr. *A. Wieler.* (*Ostwalds* Klassiker der exakten Wissenschaften. Nr. 39). Leipzig 1892
68. *Pflueger, Eduard:* Über die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen. In: *Pfluegers* Archiv X, 251. 1875
69. *Preyer, Wilhelm:* Naturwissenschaftliche Tatsachen und Probleme. Berlin 1880
70. *Przibram, Hans:* Kristallanalogien zur Entwicklungsmechanik der Organismen. In: Arch. Entw. Mech. 22, S. 207 ff. 1906
71. *Przibram, Hans:* Experimentalzoologie, Bd. 4: Vitalität. Leipzig/Wien 1913
72. *Przibram, Hans:* Temperatur und Temperatoren im Tierreiche. 1923
73. *Przibram, Hans:* Die anorganischen Grenzgebiete der Biologie, insbesondere der Kristallvergleich. Berlin 1926
74. *Putzeys, Felix:* Über die Abiogenesis *Huizingas. Pfluegers* Archiv IX, 391. 1874 und *Pfluegers* Archiv XI, 387. 1875
75. *Rhumbler, Ludwig:* Aus dem Lückengebiet zwischen organismischer und anorganismischer Materie. In: Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, 15. Bd. (1905) S. 1—38. Wiesbaden 1906

76. *Rhumbler, Ludwig:* Das Protoplasma als physikalisches System. In: Ergebnisse der Physiologie, Bd. 14. 1914
77. *Rhumbler, Ludwig:* Methodik der Nachahmung von Lebensvorgängen durch physikalische Konstellationen. In: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden *(E. Abderhalden),* Abt. 5, Teil 3 A. Berlin 1923
78. *Rhumbler, Ludwig:* Anorganisch-organismische Grenzfragen des Lebens. In: *Driesch-Woltereck,* Das Lebensproblem. 1931
79. *Rinne, Friedrich:* Grenzfragen des Lebens. Leipzig 1931
80. *Rinne, Friedrich:* Beiträge zur biologischen Kristallographie. In: Cbl. f. Min., 1931, A.
    I. Diskussion eines Referates über «Spermien als lebende flüssige Kristalle». — S. 233f.
    II. Vergleichende Vermerke über morphologisch-physiologische Gliederungen im Bau des Organischen und Anorganischen. — S. 273 f.
    III. Inhomogenität und Pseudohomogenität bei organischer und anorganischer Materie. — S. 305 f.
    IV. Zur Nomenklatur der Hauptstufen des Feinbaus. — S. 337 f.
81. *Roux, Wilhelm:* Der züchtende Kampf der Teile oder die «Teilauslese» im Organismus, zugleich eine Theorie der «funktionellen Anpassung». Neuabgedruckt in: Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen, Bd. I. S. 409 f. Leipzig 1895
82. *Roux, Wilhelm:* Die Entwicklungsmechanik, ein neuer Zweig der biologischen Wissenschaft (Heft 1 der «Vorträge u. Aufsätze über Entw.-Mech. d. Organismen»). Leipzig 1905
83. *Samuelson, Paul:* Über Abiogenesis. *Pfluegers* Arch. 8, 277 f., 1874
84. *Schmidt, W. I.:* Gewebe der Tiere, submikroskopischer Bau. Artikel in: HWB d. Nat.-Wiss. V., S. 167—179. Jena 1935
85. *Schmucker, Th.:* Geschichte der Biologie. Göttingen 1936
86. *Teichmann, E. u. Rhumbler, L.:* Artikel «Urzeugung» im HWB d. NW. X, S. 110 f. Jena 1935
87. *Tschermak, A. v.:* Allgemeine Physiologie, Bd. I, T. 1/2. Berlin 1916/1924
88. *Tyndall, John (u. Pasteur, L.):* Les microbes organisés, leur rôle dans la fermentation, la putréfaction et la contagion. (Publié par M. l'Abbé *Moigno). Paris* 1878
89. *Uexkuell, J. v.:* Definition des Lebens und des Organismus. In: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie Bd. I. Berlin 1927
90. *Uexkuell, J. v.:* Theoretische Biologie, 2. Aufl. Berlin 1928
91. *Verworn, Max:* Allgemeine Physiologie, 5. Aufl. Jena 1909

92. *Weiss, B.:* Zum Urzeugungsproblem. In: Zentralblatt für Physiologie XXI, S. 74. 1907

93. (Nachtrag) *Kanitz, Aristides:* Obere Temperaturgrenze des Lebens. In: Tabulae biologicae (hrg. v. *Oppenheimer u. Pincussen*), Bd. II. Berlin 1925

Abgeschlossen am 19. September 1937

Die Mitteilung von *Dr. Odd Havrevold* über

«Kulturversuche mit tierischen Geweben»

wird erst in einer der folgenden Mitteilungen des Instituts veröffentlicht werden. Im Verlaufe der Versuche hat es sich nämlich gezeigt, dass das Problem der Gewebskultivierung noch nicht genügend ausgeschöpft ist und dass eine Reihe von drängenden Fragen der experimentellen Lösung noch bedürfen.

Wilhelm Reich (Zweite erweiterte Auflage)

EINBRUCH DER SEXUALMORAL

Zur Geschichte der sexuellen Ökonomie
Mit einem Fremdwörterverzeichnis und
zahlreichen graphischen Darstellungen.

Aus dem Inhalt:

Herkunft der Sexualverdrängung.
Sexuelle Ökonomie in der mutterrechtlichen Gesellschaft.
Der Einbruch der sexualfeindlichen Moral.
Mutterrecht — Urkommunismus; Vaterrecht —Privateigentum.
Bachofen, MacLennan, Morgan—Engels.
Claneinteilung und Inzestverbot.
Das Problem der Sexualökonomie.
Sexualunterdrückung und Klassengegensätze von Mann und Frau.
Bedürfnisbefriedigung und gesellschaftliche Realität.
Produktion und Reproduktion der Sexualmoral.
(Nachtrag) Roheims »Psychoanalyse primitiver Kulturen«.

Oktav, 160 Seiten **Preis kart. norw. Kr. 5.40**

Wilhelm Reich

Der Urgegensatz des vegetativen Lebens

geheftet 1.80 norw. Kronen

Aus dem Vorwort:

»...Sexualerregung und Angst sind meiner Anschauung zufolge als entgegengesetzte Funktionen der lebendigen Substanz im allgemeinen wie des seelischen Apparats im besonderen aufzufassen, und zwar als ein Urgegensatz, aus dem sich erst sekundär die anderen bekannten Widersprüche der Triebapparatur ableiten. Sie setzt jede ursprüngliche motorische Regung, die der Berührung mit der Aussenwelt oder der Annäherung an bestimmte Objekte der Aussenwelt dient, mit dem gleich, was in der Psychoanalyse »libidinöse Regung« genannt wird; sie teilt nicht nur den Zweifel an der Berechtigung nicht, der Sexualenergie (Libido) den von *Freud* gegebenen breiten Inhalt zu geben, sondern sie sieht in ihr auf Grund der vorliegenden Tatsachen die Lebensenergie schlechthin, ohne jedoch dabei etwa dem *Jungschen* verwaschenen seelischen Monismus zu verfallen«

Inhaltsverzeichnis

Ausgang und Grundanschauung
Sexualerregung und Angstaffekt

1. Die Problematik der Angst
2. Sexualität und Angst als gegensätzliche Erregungen des vegetativen Systems
3. Das Misch'sche Cholin-Experiment
4. Die beiden Urformen psychischer Tendenzen: »Zur Welt« — »Weg von der Welt«
5. Tendenz zur Kugelform

Die vegetative Urform des Libido-Angst-Gegensatzes

1. Flüssigkeitsströmung und psychische »Tendenz« im Organismus
2. Die Kraus'sche »Nässetheorie des Lebens«
3. Kalium und Calzium als vegetativ wirkende Jonen
4. Der Gegensatz von Zentrum und Peripherie

Wilhelm Reich

CHARAKTERANALYSE

TECHNIK UND GRUNDLAGEN
für Studierende und praktizierende Analytiker

Aus dem Vorwort:

Die technisch-therapeutischen Ausführungen und die dynamisch-ökonomischen Auffassungen des Charakters als Gesamtformation entstammen überwiegend den reichlichen Erfahrungen und Diskussionen im Wiener »Seminar für psychoanalytische Therapie« am obengenannten Institut, das ich sechs Jahre hindurch unter tätiger Mithilfe einer Reihe arbeitsfreudiger junger Kollegen leitete. Ich muss bitten, auch jetzt weder Vollkommenheit in der Darstellung der aufgeworfenen Probleme noch Vollständigkeit ihrer Lösung zu erwarten. Wir sind auch heute wie vor neun Jahren von einer umfassenden, systematischen psychoanalytischen Charakterologie noch weit entfernt. Ich glaube nur, mit dieser Schrift die Entfernung um ein erhebliches Stück zu verringern.

Oktav, 288 Seiten **In Leinen norw. Kr. 11.50**
Geheftet norw. Kr. 10.—

Wilhelm Reich

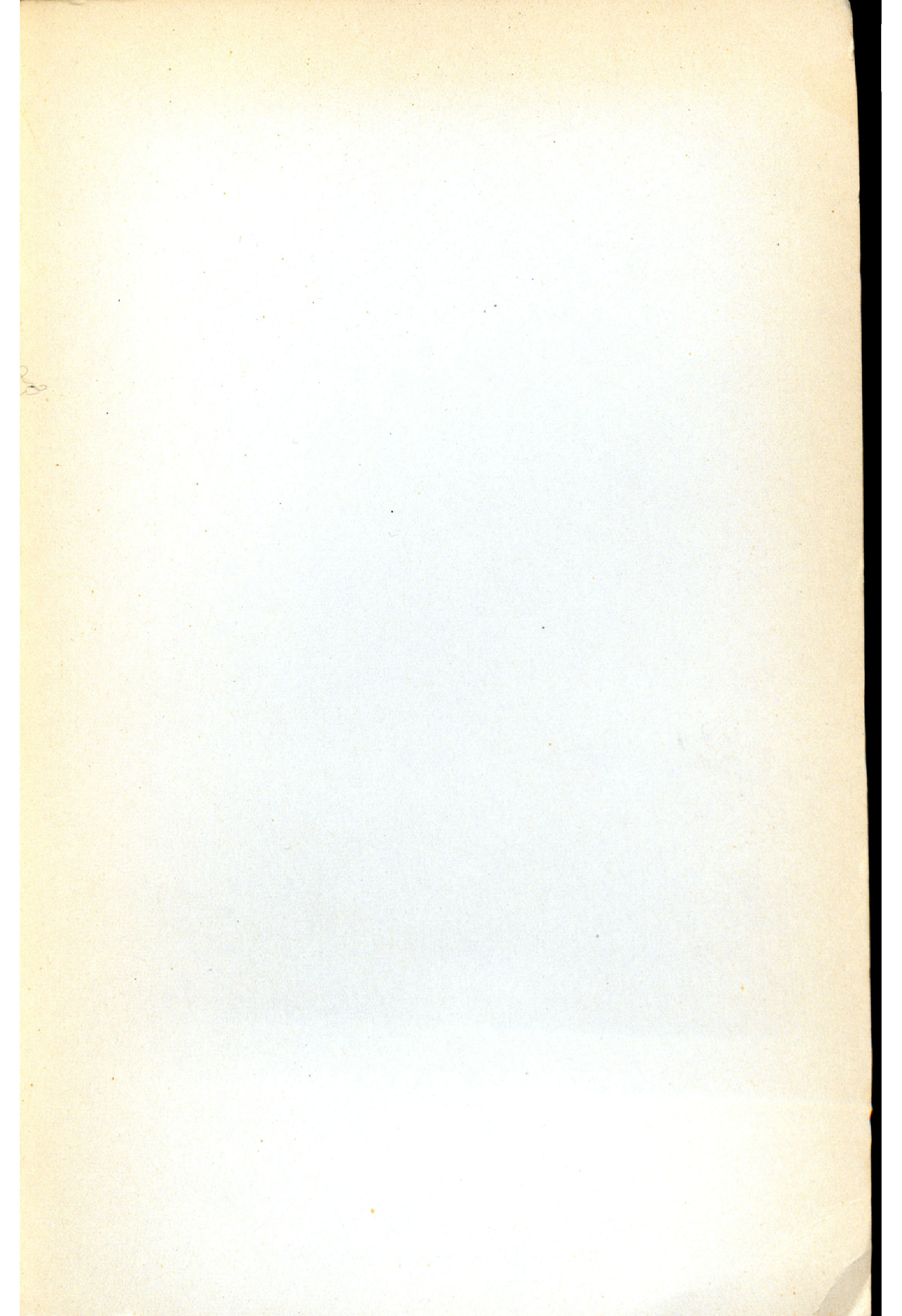
Psychischer Kontakt und Vegetative Strömung

Die Abhandlung entstand durch Erweiterung und Detaillierung eines Vortrages, der von Dr. Reich auf dem 13. Internationalen Psychoanalytischen Kongress im August 1934 in Luzern gehalten wurde.

Sie setzt die Auseinandersetzung mit den schwierigen charakteranalytisch-klinischen Tatbeständen und Fragen fort, die in Reichs Buch »Charakteranalyse« grundsätzlich dargelegt sind. Sie versucht vor allem zwei Tatsachengruppen zu erfassen, die dort nicht behandelt wurden: die *psychische Kontaktlosigkeit* samt den dazugehörigen *Ersatzkontakt*-Mechanismen und die gegensätzliche *Einheitlichkeit der vegetativen und psychischen Äusserungen des Affektlebens.*

Es ist wieder nur ein kleiner, freilich klinisch gut fundierter Schritt aus dem Gebiet des bereits Bekannten und Gesicherten in die dunkle Problematik der Leib-Seele-Beziehungen.

PREIS:
broschiert
norw. Kr. 4.25
gebunden
norw. Kr. 5.60



Printed in Norway
Aasland & Garbels Boktrykkeri · Oslo